



**Kauno technologijos universitetas**

Statybos ir architektūros fakultetas

# **Gelžbetoninio rėmo įrašų kitimas įvertinant netolygų pamato sėdimą**

Baigiamasis magistro projektas

---

**Mindaugas Valdavičius**

Projekto autorius

**lekt. dr. Nerijus Adamukaitis**

Vadovas

---

**Kaunas, 2023**



**Kauno technologijos universitetas**

Statybos ir architektūros fakultetas

# **Gelžbetoninio rėmo įrašų kitimas įvertinant netolygų pamato sėdimą**

Baigiamasis magistro projektas

Statybinių konstrukcijų ir gaminių inžinerija (6211EX008)

---

**Mindaugas Valdavičius**

Projekto autorius

**lekt. dr. Nerijus Adamukaitis**

Vadovas

**lekt. Mindaugas Kasiulevičius**

Recenzentas

---

**Kaunas, 2023**



**Kauno technologijos universitetas**

Statybos ir architektūros fakultetas

Mindaugas Valdavičius

## **Gelžbetoninio rėmo įrašų kitimas įvertinant netolygų pamato sėdimą**

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad:

1. baigiamąjį projektą parengiau savarankiškai ir sąžiningai, nepažeisdama(s) kitų asmenų autoriaus ar kitų teisių, laikydamasi(s) Lietuvos Respublikos autorių teisių ir gretutinių teisių įstatymo nuostatų, Kauno technologijos universiteto (toliau – Universitetas) intelektinės nuosavybės valdymo ir perdavimo nuostatų bei Universiteto akademinės etikos kodekse nustatytų etikos reikalavimų;
2. baigiamajame projekte visi pateikti duomenys ir tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti teisėtai, nei viena šio projekto dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar elektroninių šaltinių, visos baigiamojo projekto tekste pateiktos citatos ir nuorodos yra nurodytos literatūros sąrašė;
3. įstatymų nenumatytų piniginių sumų už baigiamąjį projektą ar jo dalis niekam nesu mokėjęs (-usi);
4. suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo ar kitų asmenų teisių pažeidimo faktui, man bus taikomos akademinės nuobaudos pagal Universitete galiojančią tvarką ir būsiu pašalinta(s) iš Universiteto, o baigiamasis projektas gali būti pateiktas Akademinės etikos ir procedūrų kontrolieriaus tarnybai nagrinėjant galimą akademinės etikos pažeidimą.

Mindaugas Valdavičius

*Patvirtinta elektroniniu būdu*



**Kauno technologijos universitetas**

**Studijų programa:** STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ IR GAMINIŲ INŽINERIJA

**Baigiamojo projekto tematika (lietuvių k.):**

**GELŽBETONINIO RĖMO ĮRAŽŲ KITIMAS ĮVERTINANT NETOLYGŲ PAMATO SĖDIMĄ**

Baigiamojo projekto tema patvirtinta dekanų potvarkiu Nr.:

V25-09-16

(lietuvių k.): GELŽBETONINIO RĖMO ĮRAŽŲ KITIMAS ĮVERTINANT NETOLYGŲ PAMATO SĖDIMĄ.

(anglų k.): REDISTRIBUTION OF INTERNAL FORCES OF A REINFORCED CONCRETE FRAME DEPENDING ON AN UNEVEN FOUNDATION SETTLEMENT.

**Pradiniai duomenys darbui:**

Literatūros apžvalgos rekomenduojamas turinys:

- Susipažinti su netolygaus pamato sėdimo atvejais, atsiradimo priežastimis bei sukeltais defektais;
- Apžvelgti netolygaus pamato sėdimo sukeltos žalos tyrimo metodus;
- Aptarti pamatų nuosėdžių skaičiavimo metodus;
- Susipažinti su grunto standumo įvertinimo metodais;
- Atlikti 3D skaičiuojamojo modelio įrašų persiskirstymo analizę dėl netolygaus pamato sėdimo, kuomet sėdančiojo pamato vietą keičiama.

**Baigiamojo projekto dalys:**

	<b>Atlikti</b>
Įvadas	<b>x</b>
Literatūros apžvalga	<b>x</b>
Metodologija	<b>x</b>
Eksperimentiniai tyrimai	<input type="checkbox"/>
Analitiniai tyrimai	<input type="checkbox"/>
Skaitiniai tyrimai	<b>x</b>
Ekonominė dalis	<input type="checkbox"/>
Išvados	<b>x</b>

**Kita informacija (pagal poreikį):**

**Vadovas:**

lekt. dr. Nerijus Adamukaitis

(indėlis \_\_\_\_\_ %)

**Studentas:**

Mindaugas Valdavičius

*vardas, pavardė*

*Patvirtinta elektroniniu būdu*

Valdavičius, Mindaugas. Gelžbetoninio rėmo įrašų kitimas įvertinant netolygų pamato sėdimą. Magistro baigiamasis projektas / vadovas / lekt. dr. Nerijus Adamukaitis; Kauno technologijos universitetas, Statybos ir architektūros fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypčių grupė): Inžinerijos mokslai, Statybos inžinerija (E05).

Reikšminiai žodžiai: Netolygus pamato sėdimas, įrašų persiskirstymas; netolygaus pamato sėdimo sukelti defektai.

Kaunas, 2023. 67 p.

### **Santrauka**

Nevienodas pamatų nusėdimas sukelia vidinių jėgų persiskirstymus pastato laikančiose konstrukcijose, dėl kurių padaroma žala pastato architektūriniam elementams (pvz.: įtrūkimai sienose) ir (arba) viršijami laikančiųjų elementų ribiniai būviai. Dėl šių reiškinį sukeliančių priežasčių įvairumo moksliniai tyrimai šioje srityje yra nepakankami, be to, esami projektavimo standartai nepateikia aiškių projektavimo metodų, kuriais vadovaujanti būtų galima sumažinti netolygaus pamato sėdimo sukeltus padarinius. Statybinių konstrukcijų inžinieriai šią problemą sprendžia atsižvelgdami į literatūroje pateiktas toleruotinas nevienodo pamato nusėdimo ribas arba paprasčiausiai didindami laikančiųjų elementų saugumo koeficientus. Magistro baigiamajame darbe atliktas nurodytos problemos skaitmeninis tyrimas. Tyrimo objektui suprojektuotas 12-os aukštų gelžbetoninis pastatas, siekiant nustatyti vidinių jėgų persiskirstymus kolonose ir sijose, dėl vidurinės, kampinės ir kraštinės kolonos netolygaus sėdimo imitavimo. Skaitmeninis tyrimas atliktas analizuojant 3D skaičiuojamąjį modelį „*SCIA engineer*“ baigtinių elementų metodų skaičiuojančioje programoje. Rezultatuose pateikiami elementų, šalia netolygaus pamato sėdimą imituojančios kolonos, vidinių jėgų persiskirstymai ir jų išnaudojimo pokyčiai atsižvelgiant į saugos ribinį būvį.

Valdavičius, Mindaugas. Redistribution of Internal Forces of a Reinforced Concrete Frame Depending on an Uneven Foundation Settlement. Master's Final Degree Project / lekt. dr. Nerijus Adamukaitis; Faculty of Civil Engineering and Architecture, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Engineering Sciences, Civil Engineering (E05).

Keywords: Redistribution of internal forces, uneven foundation settlement, defects caused by uneven foundation settlement.

Kaunas, 2023. 67.

### **Summary**

Uneven settlement of foundation causes redistributions of internal forces in the load-bearing structures of the building, resulting in damage to the architectural elements of the building (e.g., cracks in the walls) and/or exceeding the limit values of the load-bearing elements. Research on the causes of this phenomenon is insufficient, and existing design standards do not provide clear design methods that could be used to minimise the effects of uneven foundation settlement. Structural engineers approach this problem by considering the tolerable limits of non-uniform foundation settlement given in the literature or by simply increasing the safety factors of the load-bearing elements. In this Master's thesis, a digital study of the problem is carried out. A 12-storey reinforced concrete building was designed for the subject of the study in order to determine the redistribution of internal forces in the columns and beams due to the simulation of uneven settlement of the middle, corner and edge columns. The digital study was carried out by analysing a 3D computational model in the finite element analysis software "SCIA engineer". The results show the redistributions of the internal forces of the elements adjacent to the column simulating the settlement of a non-uniform foundation and the variation of their exploitation with respect to the ultimate limit state.

# Turinys

<b>Lentelių sąrašas .....</b>	<b>9</b>
<b>Paveikslų sąrašas .....</b>	<b>10</b>
<b>Įvadas.....</b>	<b>11</b>
<b>1. Literatūros apžvalga .....</b>	<b>13</b>
1.1. Įžanga .....	13
1.2. Netolygaus pamato sėdimo priežastys ir sukeltos pasekmės: .....	14
1.3. Netolygaus pamato sėdimo sukeltos žalos tyrimo metodai.....	19
1.3.1. Empirinis tyrimo metodas .....	19
1.3.2. Inžinerinis tyrimo metodas .....	22
1.3.3. Skaitmeninis modeliavimo metodas.....	24
1.4. Pamato nuosėdžio skaičiavimo metodai.....	29
1.4.1. Grunto vienmatės deformacijos metodas .....	29
1.4.2. Tampriųjų deformacijų metodas.....	31
1.4.3. Riboto storio sluoksnio metodas .....	32
1.4.4. Sumavimo metodas .....	33
1.4.5. Šmertmano metodas .....	36
1.4.6. Nuosėdžiai dėl konsolidacijos .....	38
1.4.7. Pamato nusėdimas nuo gretimų pamatų apkrovos .....	39
1.5. Pagrindo standumo įvertinimo metodologija .....	41
1.5.1. Vietinių tampriųjų deformacijų teorija (Vinklerio metodas).....	41
1.5.2. Tampriosios puserdvės teorija.....	43
1.5.3. Proporcingai deformuojamo grunto standumas.....	43
1.6. Literatūros apžvalgos išvados.....	44
<b>2. Skaičiavimai .....</b>	<b>45</b>
2.1. Įžanga .....	45
2.2. Gelžbetoninio pastato projektavimas .....	45
<b>3. Tyrimo rezultatai.....</b>	<b>48</b>
3.1. Tyrimo metodologija.....	48
3.2. Įrašų persiskirstymai dėl netolygaus pamato sėdimo.....	50
3.2.1. Įrašų persiskirstymai dėl vidurinės kolonos 20 mm vertikalojo sėdimo.....	51
3.2.2. Įrašų persiskirstymai dėl kampinės kolonos 20 mm vertikalojo sėdimo .....	53
3.2.3. Įrašų persiskirstymai dėl kraštinės kolonos 20 mm vertikalojo sėdimo .....	55
3.3. Elementų skerspjūvių išnaudojimo persiskirstymai .....	57
3.3.1. Elementų išnaudojimo nuo ašinės jėgos ir lenkimo momentų persiskirstymai dėl vidurinės kolonos 20 mm vertikalojo sėdimo .....	57
3.3.2. Elementų išnaudojimo nuo ašinės jėgos ir lenkimo momentų persiskirstymai dėl kampinės kolonos 20 mm vertikalojo sėdimo .....	60
3.3.3. Elementų išnaudojimo nuo ašinės jėgos ir lenkimo momentų persiskirstymai dėl kraštinės kolonos 20 mm vertikalojo sėdimo .....	63
<b>4. Diskusija .....</b>	<b>66</b>
<b>Išvados .....</b>	<b>67</b>
<b>Literatūros sąrašas .....</b>	<b>68</b>
<b>Priedai.....</b>	<b>73</b>

1	priedas. Dalyvavimo studentų mokslinėje konferencijoje „ <i>SMART BUILT ENVIRONMENT</i> “ sertifikatas.....	73
2	priedas. Optimizuoti pastato laikančiųjų elementų skerspjūviai ir jų armavimas.....	73



## Lentelių sąrašas

1 lentelė. Pamato formos ir standumo koeficiento $\omega$ vertės [29] .....	31
2 lentelė. Klimatinės sąlygos .....	46
3 lentelė. Nuolatinių apkrovų reikšmės .....	47
4 lentelė. Sėdimą imituojančių kolonų įtvirtinimo standumai .....	49
5 lentelė. Vidinių jėgų persiskirstymai kolonose dėl „21K“ kolonos 20 mm vertikaliojo poslinkio	51
6 lentelė. Vidinių jėgų persiskirstymai sijose dėl „21K“ kolonos 20 mm vertikaliojo poslinkio .....	52
7 lentelė. Vidinių jėgų persiskirstymai kolonose dėl „26K“ kolonos 20 mm vertikaliojo poslinkio	53
8 lentelė. Vidinių jėgų persiskirstymai sijose dėl „26K“ kolonos 20 mm vertikaliojo poslinkio .....	54
9 lentelė. Vidinių jėgų persiskirstymai kolonose dėl „29K“ kolonos 20 mm vertikaliojo poslinkio	55
10 lentelė. Vidinių jėgų persiskirstymai sijose dėl „29K“ kolonos 20 mm vertikaliojo poslinkio ...	56
11 lentelė. Kolonų išnaudojimų persiskirstymai dėl „21K“ kolonos 20 mm vertikaliojo sėdimo sukkelto poveikio.....	57
12 lentelė. Sijų išnaudojimų persiskirstymai dėl „21K“ kolonos 20 mm vertikaliojo sėdimo sukkelto poveikio .....	59
13 lentelė. Kolonų išnaudojimų persiskirstymai dėl „26K“ kolonos 20 mm vertikaliojo sėdimo sukkelto poveikio.....	60
14 lentelė. Sijų išnaudojimų persiskirstymai dėl „26K“ kolonos 20 mm vertikaliojo sėdimo sukkelto poveikio .....	62
15 lentelė. Kolonų išnaudojimų persiskirstymai dėl „29K“ kolonos 20 mm vertikaliojo sėdimo sukkelto poveikio.....	63
16 lentelė. Sijų išnaudojimų persiskirstymai dėl „21K“ kolonos 20 mm vertikaliojo sėdimo sukkelto poveikio .....	64

## Paveikslų sąrašas

1 pav. Pamatų sėdimo tipų klasifikavimas: a-vienodas pamatų nusėdimas ir b- netolygus pamatų nusėdimas .....	13
2 pav. Netolygaus pamatų nusėdimo sukelti padariniai: a-pastatas J. Biliūno g., Anykščiuose; b-pastatas Gabijos g., Vilniuje; c- pastatas Šanchajuje, Kinijoje. ....	13
3 pav. Pastatas Jono Biliūno g., Anykščiai.....	15
4 pav. Netolygaus pamato sėdimo sukelti defektai .....	16
5 pav. Netolygaus pamato sėdimo sukelti defektai .....	16
6 pav. Defektai, atsiradę dėl netolygaus pamato sėdimo pastate Gabijos g. Vilniuje.....	17
7 pav. Tūkstantmečio bokšto pamatų stiprinimo schema ir netolygaus sėdimo sukelti padariniai...	18
8 pav. Dviejų vienodų tarpatriamių rėmo kampinis deformavimas [8].....	20
9 pav. Toleruoti nuosėdžių dydžiai pagal Skemptoną ir MacDonalda [8].....	20
10 pav. Netolygaus pamato sėdimo ribinių verčių palyginimas.....	21
11 pav. Laefer ir kt. tyrėjų analizuoto modelio konstrukcinė schema [10].....	22
12 pav. Netolygaus nusėdimo sukeltos žalos kategorijos[12].....	23
13 pav. Geometrinė pastato schema [25].....	27
14 pav. Plotai, paveikti dėl kolonos nusėdimo: a-kampinė A1 kolona; b-kraštinė C1 kolon; c-centrinė C3 kolona [25].....	27
15 pav. Sijų sukimosi dydžio priklausomybė nuo pastato narvelių ir aukštų skaičiaus [26] .....	28
16 pav. Grunto vienmatės deformacijos metodo skaičiuojamoji schema[29].....	30
17 pav. Riboto storio sluoksnio metodo skaičiuojamoji schema[29].....	32
18 pav. Sekliojo pamato nusėdimo skaičiavimo sumavimo metodu skaičiuojamoji schema [29]....	34
19 pav. Deformacijos įtakos faktoriaus diagramos .....	37
20 pav. Deformacijų įtakos faktoriaus diagrama, kai $1 \leq L/B \leq 10$ [29] .....	38
21 pav. Įtempių esančių grunte nuo gretimo pamato apkrovos skaičiuojamoji schema [2].....	40
22 pav. Grunto standumo įvertinimo metodai .....	41
24 pav. Tampriosios puserdvės metodo skaičiuojamoji schema [29] .....	43
25 pav. Baigtino grunto sluoksnio storio pagrindo standumo įvertinimo schema [29].....	44
26 pav. Gelžbetoninio pastato 3D vaizdas ir aukšto planas .....	45
27 pav. Geometrinis netiesiškumas. 2-os eilės pusiausvyros sąlygos. ....	46
28 pav. Vidurinės kolonos sėdimo imitavimas ir gretimų elementų įrašų persiskirstymo analizei pateikimas.....	48
29 pav. Kampinės kolonos sėdimo imitavimas ir gretimų elementų įrašų persiskirstymo analizei pateikimas.....	48
30 pav. Kraštinės kolonos sėdimo imitavimas ir gretimų elementų įrašų persiskirstymo analizei pateikimas.....	49
31 pav. Sėdančiosios kolonos įtvirtinimo „Z“ kryptimi standumo aprašymas .....	50
32 pav. Įrašų persiskirstymo analizavimas elementuose susijusiuose su netolygų pamato sėdimą imituojančiomis kolonomis .....	50

## Įvadas

Pamatas bei po juo esantys gruntai yra neatsiejama pastato dalis, kadangi nuo šių, pagrindo, pamato ir pastato, dedamųjų priklauso statinio eksploatacijos laikas. Kuomet pastatas savo atramines reakcijas perduoda pamatams, po jais esantis gruntas patiria deformacijas, dėl to įvyksta pamato nusėdimas. Šis nusėdimo dydis negali viršyti ribinių verčių, norint, kad tai nepakenktų pastato architektūrinėms detalėms bei laikančiosioms konstrukcijoms. Bendras viso pastato pamatų nusėdimas gali padaryti žalos su pastato infrastruktūra susijusiomis sistemoms, kitaip nei netolygaus pamato nusėdimo atveju, kuomet padaroma žala ne tik apdailai (pvz.: įtrūkimai sienose), bet ir laikančiosioms konstrukcijoms. Skirtingas pamatų nusėdimas gali sukelti papildomas įrašas pastato laikančiose konstrukcijose, dėl kurių būtų viršijami tinkamumo bei saugos ribiniai būviai. Pastato laikančiųjų konstrukcijų atsakas į skirtingą pamato nusėdimą priklauso nuo tokių parametrų kaip: konstrukcijos medžiagiškumo, sijų ir kolonų jungčių (standi arba pusiau standi), aukštų skaičiaus, skersinių ir išilginių tarpatramių ilgių (taip pat nuo jų skaičiaus) bei nuo kolonų aukščio. Poveikiai, sukeltantys netolygaus pamato nuosėdį, gali būti įvairūs, dažniausi iš jų – išplautas gruntas po pamatu bei dėl šalia pastato vykstančių statybinių procesų. Statybos inžinerijos tyrimuose mokslininkai ieškojo atsakymo į tai, koks gali būti didžiausias leistinas netolygaus pamato nusėdimo dydžio skirtumas, nesukeliantis žalos pastatui. Jau 6-tajame praeito amžiaus dešimtmetyje tyrėjai siekė nustatyti toleruotinas netolygaus pamato nusėdimo ribas, stebėdami pasirinktą vietą ant pastato, patiriančio šį reiškinį. Mokslininkų pateiktos toleruotinos ribos susilaukė didelio populiarumo dėl pritaikymo paprastumo, tačiau nepaisant to, jiems nepavyko aprašyti atskirų pastato konstrukcijų galimo deformavimosi. Siekiant nustatyti ir aprašyti galimus pastato konstrukcijos pažeidimus, susijusius su netolygaus pamato nusėdimu, buvo sukurti vertinimo metodai, apimantys pastatui būdingus parametrus (tarpatramio ilgis, kolonų aukštis, aukštų skaičius ir kt.). Tyrimai, kuriuose buvo analizuojama kaip pastatas reaguoja į skirtingus pamatų nusėdimus susilaukė perversmo, kuomet atsirado baigtinių elementų metodu (angl. *finite element method*, *FEM*) pagrįstos skaičiavimo–modeliavimo programos, leidžiančios tyrėjams atlikti parametrinius tyrimus, padedančius nustatyti pastato konstrukcijų elementus, kuriuos labiausiai paveikė netolygus pamatų nusėdimas. Karkasiniam pastatams leistinos nuosėdžių vertės apibrėžiamos atsižvelgiant į statinio posvyrio vertes, kurios susijusios su tam tikro tipo pastato pažeidimais, pradedant nuo matomų įtrūkimų iki laikančiųjų konstrukcijų pažeidimo. Projektavimo reglamentuose pateikiama, kad tikrinant konstrukcijos ribinius būvius privaloma atsižvelgti į grunto poslinkių ir deformacijų veiksnius, jeigu dėl jų gali reikšmingai padidėti įrašos konstrukcijos elementuose[1]. Tačiau Lietuvoje, taip pat ir visame pasaulyje, nėra projektavimo gairių, kurios būtų tiesiogiai susijusios su netolygiu pamato nusėdimu ir kokia projektavimo metodika turėtų būti taikoma siekiant sumažinti šio reiškinio neigiamą poveikį pastatams ar konstrukcijos elementams. Dėl šios priežasties, pastatų konstrukcijų inžinieriams tenka projektuoti konstrukcijas neturint aiškių metodikų, kurios padėtų padidinti pastato laikančiųjų konstrukcijų atsparumą netolygiam pamatų nusėdimui.

**Darbo tikslas:** išanalizuoti kaip pasiskirsto įrašos gelžbetoninio pastato konstrukcijose dėl galimo netolygaus pamato nusėdimo, keičiant slūgstančio pamato vietą.

**Darbo tikslui pasiekti išsikelti uždaviniai:**

1. susipažinti su netolygaus pamato nusėdimo atvejais, atsiradimo priežastimis bei sukeltais poveikiais pastatams;

2. apžvelgti netolygaus pamato sėdimo sukeltos žalos tyrimo metodus;
3. aptarti pamatų nuosėdžių skaičiavimo metodus;
4. susipažinti su pastato atraminių reakcijų veikiamo grunto standumo įvertinimo metodais (Vinklerio metodas; tampriosios puserdvės teorija);
5. atlikti gelžbetoninio pastato 3D įrašų persiskirstymo analizę, pasirenkant 20mm netolygaus pamato vertikalųjį dydį bei stebint kaip keičiasi įrašos pastato konstrukcijoje. Netolygaus pamato sėdimą imituojančios kolonos vieta keičiama.

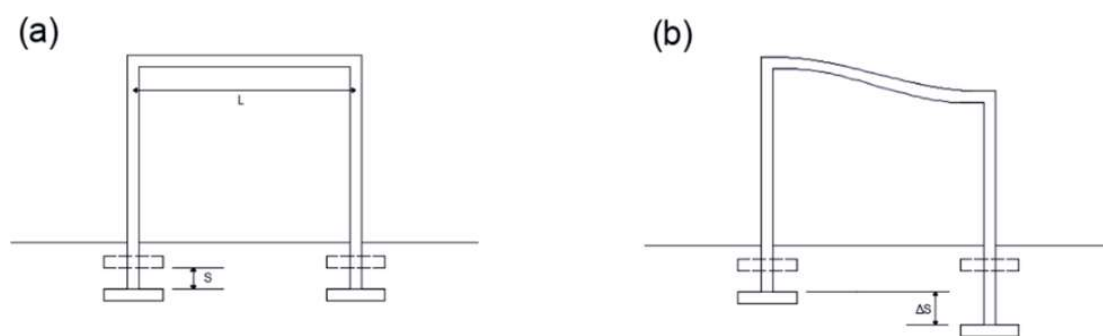
### **Tyrimo sandara**

Šis darbas suskirstytas į 4 skyrius. Išsami tyrimų, susijusių su netolygaus pamato sėdimo atvejais ir jų sukulto poveikio gelžbetoniniams pastatams apžvalga pateikiama 1-jame skyriuje. Taip pat, glaustai pateikiami grunto standumo ir pamato nuosėdžio skaičiavimo metodai. 2-jame skyriuje pateikiama informacija apie tiriamojo gelžbetoninio pastato skaičiuojamąjį modelį. Skaičiuojamasis modelis analizuojamas tiesinėje įtempių ir deformacijų pasiskirstymo zonoje. Tyrimo metodologija ir gauti rezultatai pateikiami 3-jame skyriuje. Diskusija bei darbo išvados pateikiamos 4-jame skyriuje.

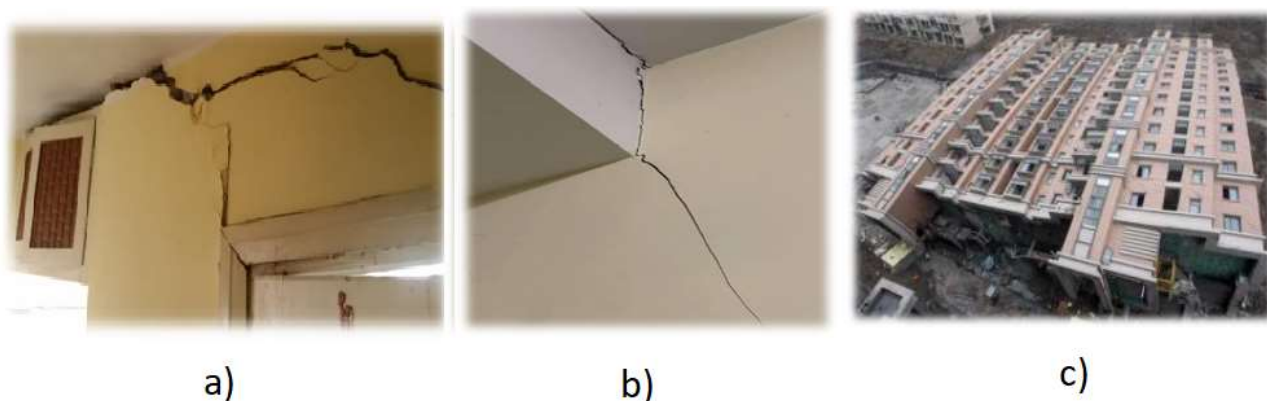
## 1. Literatūros apžvalga

### 1.1. Įžanga

Pastato nusėdimas apibūdinamas kaip poslinkis žemyn, kuomet dėl pastato atraminių reakcijų apkrovos gruntas, esantis po pamatu, deformuojasi. Pats nuosėdis gali būti bendras visam pastatui, arba tik tam tikrai jo daliai. Vienodas pamatų nusėdimas tai procesas, kurio metu pamatai nusėda kartu, tokiu pačiu greičiu. Šis reiškinys paprastai nesukelia problemų pamatams, tačiau dėl jo gali būti pažeistos su pastato infrastruktūra susijusios sistemos. Sudėtingiausias atvejis yra tuomet, kai pamatai nusėda nevienodai, jų nusėdimo greičiai – skirtingi. Dažnuoju atveju netolygus pamato nuosėdis būdingas pastatams, turintiems atskirus pamatus (neapjungtus pamatine sija). Pasak Bahano (2016), netolygus pamatų sėdimas yra problematiškas, nes sukelia konstrukcijos kampines deformacijas bei lenkimo momento jėgų persiskirstymus, kurie gali pažeisti konstrukcijos elementus iki suirimo. Į šiuos įtempius dažnai yra neatsižvelgiama projektavimo etape. Skirtumas tarp vienodo ir skirtingo pamatų nusėdimo bei jų sukeltų padarinių pateikti 1 ir 2 paveikslėliuose.



1 pav. Pamatų sėdimo tipų klasifikavimas: a) vienodas pamatų nusėdimas ir b) netolygus pamatų nusėdimas [3]



2 pav. Netolygaus pamatų nusėdimo sukelti padariniai: a) pastatas J. Biliūno g., Anykščiuose; b) pastatas Gabijos g., Vilniuje; c) pastatas Šanchajuje, Kinijoje.

Dėl sunkiai nuspėjamų grunto ir aplinkos sąlygų sunku numatyti netolygaus pamato nusėdimo dydį bei tikėtina sėdančiojo pamato vietą. Šis procesas konstrukcijose sukelia papildomus įtempius, priklausomai nuo laikančiųjų elementų standumo ir poslinkio. Meyerhofas (1947) nagrinėjo

priklausomybę tarp pastato įtempių persiskirstymo ir netolygaus pamatų sėdimo dydžio, kuomet skirtingas pamatų nuosėdis lėmė didelę žalą pastato antžeminiai daliai. Praktikoje tiek konstrukcijų, tiek geotechnikos inžinieriai bendradarbiauja projektuodami pastatą, atsižvelgdami į tinkamumo, saugos bei ekonomiškumo rodiklius. Statybinių konstrukcijų inžinieriai projektuoja konstrukcijas taip, kad visi konstrukciniai elementai galėtų išlaikyti projektines apkrovas ir išlikti saugūs visą statinio eksploatacijos laikotarpį. Tuo tarpu geotechnikos inžinieriai analizuoja numatomo statyti pastato aikštelės grunto savybes ir rekomenduoja tinkamą pamatų tipą, kurie galėtų efektyviai bei saugiai perduoti pastato atramines reakcijas gruntams. Tačiau dažnu atveju šių sričių specialistų bendradarbiavimas yra nepakankamas, kadangi kiekvienas iš jų vadovaujasi skirtingais projektavimo reglamentais bei teorijomis, o tai gali turėti įtakos pastato tinkamumo ir saugumo reikalavimas. Norint įvertinti pastato ir grunto bendro darbo elgseną yra atliekami tyrimai, pagrįsti empiriniais ir (arba) teoriniais metodais, kurie neleidžia aiškiai suprasti pastato laikančiųjų konstrukcijų reakciją į netolygų pamato nusėdimą. Statybos reglamentuose kaip gairės pateikiami toleruoti pamatų nusėdimo dydžiai, pavyzdžiui, geotechninio projektavimo reglamente (*Eurokodas 7*) pažymima, kad įprastoms konstrukcijoms su atskirais pamatais bendrieji nuosėdžiai iki 50mm dažnai yra priimtini [11], tuo tarpu Amerikos betono instituto (angl. *American Concrete Institute, ACI*) projektavimo vadove siūloma leistina maksimali netolygaus pamato nusėdimo vertė yra 19mm (0.75 colio), kad būtų užtikrinti pastato saugumo kriterijai eksploataavimo metu.

Statybos inžinieriams netolygaus pamato sėdimo klausimas yra labai svarbus, nes pastatą būtina suprojektuoti taip, kad jis galėtų atlaikyti tam tikro dydžio netolygius konstrukcijų nusėdimus, dėl kurių sukulto poveikio antžeminėje statinio dalyje nebūtų pasiekti ribiniai būviai.

## **1.2. Netolygaus pamato sėdimo priežastys ir sukeltos pasekmės:**

Gruntas deformuojasi nuo pastatą veikiančių apkrovų, dėl to nusėda pastatas ar jo dalis. Nusėdimas – vertikalus pamato ar pastato poslinkis žemyn [2]. Projektuojant pastatą yra būtina įvertinti galimą pamatų nusėdimą, kadangi nuo to priklauso pastato eksploataavimo sąlygos, pastato laikančiųjų konstrukcijų stiprumas ir pastovumas. Atsiradus per dideliems (nenumatytiems) ir nevienodiems pamatų nusėdimams galimai bus pasiekti tinkamumo ir saugumo ribiniai būviai.

Pagrindo deformacijos yra skirstomos į du tipus:

- I tipo deformacijos įvyksta kuomet gruntas yra veikiamas pastato atraminių reakcijų, dėl to, gruntas, esantis po pamatu sutankėja arba yra išspaudžiamas dėl po juo susiformavusių plastinės šlyties deformacijų zonų. Horizontalus grunto pasislinkimas įvyksta nuo grunto šlyties deformacijų. Pagal J. Šimkų, pagrindo deformacijų zona – kuomet pastato apkrovų sukelti įtempimai grunte po pamatu sklinda gilyn į šonus. Toldami nuo pamato jie mažėja, todėl deformuojasi ne visas puserdvis, o tik ribotas po pamatais slūgstančio grunto tūris [2].
- II tipo deformacijos yra sukeltos dėl aplinkos sąlygų. Gruntas paveiktas drėgmės brinksta, o džiūdamas traukiasi. Šalčio paveiktas gruntas atšildomas tyžta. Taip pat, yra ir tokių gruntų, kurie veikiami vandens išmirksta.

Projektuojant pastatus, reikia numatyti, kad II tipo deformacijos nepasireikštų. Tai gali būti įgyvendinama parenkant tinkamą pamato gylį bei jį įrengti pasiekus stiprų gruntą, kuris būtų pastovios sandaros.

Taip pat, reikia tinkamai parinkti ir pamato pado plotį, kadangi jeigu turimas pamato padas yra siauresnių kaip 0,3-0,5 m jis nusėda ne dėl sutankinamo grunto po pamatais, o dėl prasidedančių grunte plastinių šlyties deformacijų. Esant siauriems pamatams, kuomet veikia net nedidelės apkrovos, gruntas iš po jais yra išspaudžiamas, dėl to gali įvykti pamato nusėdimas.

Pamato sėdimas galimas dėl šių pagrindinių priežasčių:

- Gruntuose esantis vanduo išplauna iš po pamato (arba šalia jo) esantį gruntą, dėl to likusiems gruntams tenka didesnė nei numatyta (projektinė) apkrova ir pamatas nusėda iki reikiamo standumo grunto.
- Netinkamai parinkto pamato tipo ir (arba) nesusikalbėjimo tarp geotechnikos ir statybinių konstrukcijų inžinierių.
- Dėl nepakankamai gerai atliktų gruntų geologinių tyrinėjimų (per mažas gruntinių ėminių skaičius). Reikia įvertinti, kad pagrindo standumo samprata priklauso nuo geotechninių tyrinėjimų masto ir jų kokybės, todėl darbų kontrolė ir grunto ėminių skaičius yra svarbesnis už skaičiuojamųjų modelių tikslumą ir dalinius koeficientus, norint įvykdyti esminius pastato reikalavimus.
- Dėl šalia pastato vykstančių statybinių procesų, kurie sukelia tam tikro dažnio vibracijas.

Netolygaus pamato sėdimo sukelti padariniai pastato gyventojams sukelia didelių finansinių ir psichologinių problemų (pvz.: baimės jausmas, kuomet manoma, kad bet kurią akimirką, pastato laikančiosios konstrukcijos neatlaikys). Lietuvoje ir pasaulyje yra nemažai tokių atvejų, kuomet dažniausiai dėl gruntinio vandens poveikio, kai yra išplaunamas gruntas po pamatais, šie nusėda. Kadangi gruntas išplaunamas ne po viso pastato pamatu (-pamatais), o tik tam tikroje jo dalyje, įvyksta netolygus pamato sėdimas.

### **Pastatas Jono Biliūno g., Anykščiai**



3 pav. Pastatas Jono Biliūno g., Anykščiai

Šio pastato deformacijos pirmą kartą pastebėtos 2017 metais ir vyksta jau 5-rius metus. Remiantis MB „Tyrimai ir projektai“ pateiktomis ekspertizės išvadomis, įtrūkimai pastato sienose atsirado dėl to, kad po pamatais atsirado tuščių ertmių. MB „Tyrimai ir projektai“ pateiktas aktas nurodė, kad po pamatais susidariusios ertmės gali būti karstinio reiškinių, tačiau šis teiginys buvo atmestas, kadangi

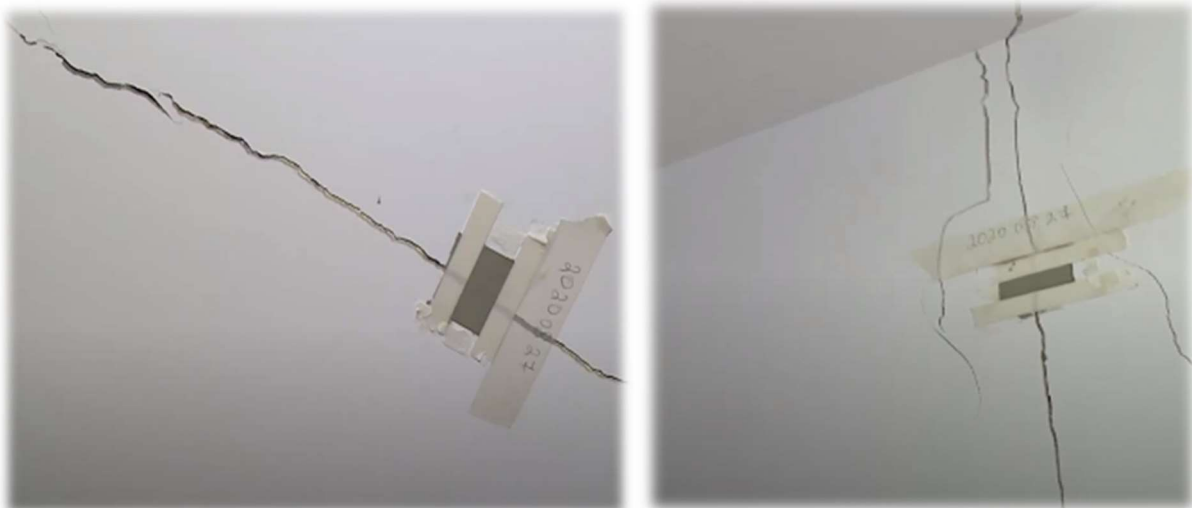
karštiniai reiškiniai būna tik Šiaurės Lietuvoje. Tad tuščios ertmės po pamatais galimai yra gruntinio vandens išplauto grunto pasekmė.



4 pav. Netolygaus pamato sėdimo sukelti defektai

### **Pastatas Biržiškų g., Kaunas**

Šio penkiaaukščio daugiabučio gyventojams, dėl pastebėtų pastato defektų teko pusmečiui apleisti būstus. Pastate buvo matomi įtrūkimai ties langų zonomis, laikančiose sienose bei pertvarose, taip pat nuo butų pertvarų atitrūkusios laiptų aikštelės. Pastato deformacijos buvo pastebimos per visus penkis aukštus. Pasak ekspertų, namo konstrukcijos būklė galimai pablogėjo dėl ties pamatais besikaupusio vandens, kadangi pastato vandens nubėgimo sistema netinkamai funkcionavo ir pastato rūšį periodiškai apsemdavo vanduo, kuris praplaudavo gruntą iš po pamato.



5 pav. Netolygaus pamato sėdimo sukelti defektai

### **Patatas Gabijos g. Vilnius**

Lietuvos istorijoje yra nemažai atveju, kuomet netolygus pamato nusėdimas sukelia rimtų pasekmių pastatui, vienas naujausiu tokiu nutikimu - Vilniuje esančiame daugiabutyje. Pasak VGTU profesoriaus Gedimino Marčiukaičio, 2021 metais pastate pastebimi deformacijų padariniai atsirado



galimai dėl pamatų deformavimosi. Pats pastatas sudarytas iš gelžbetoninio karkaso ir monolitinių perdangų.



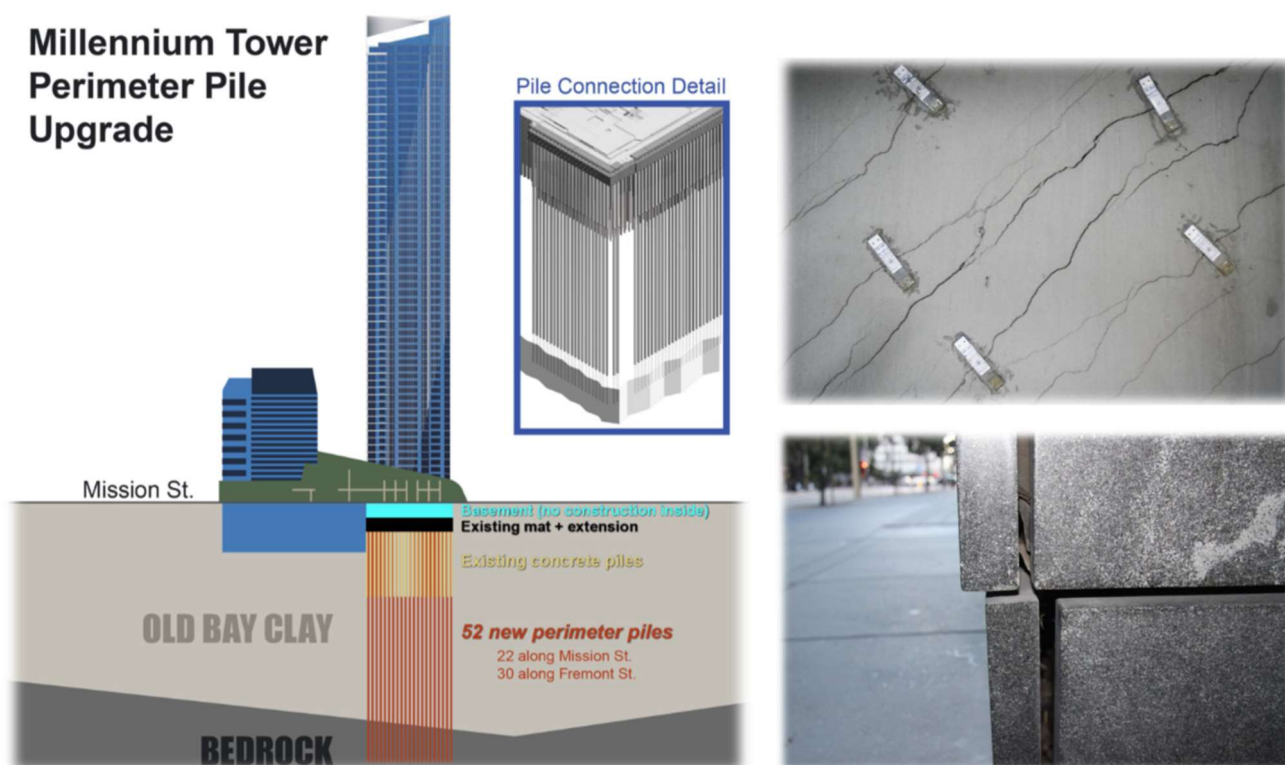
6 pav. Defektai, atsiradę dėl netolygaus pamato sėdimo pastate Gabijos g. Vilniuje

Plyšiai sienose buvo pastebėti daugiau nei prieš 7-nerius metus, projektą tikrinė VGTU inspektorai papasakojo apie deformacijas pamatuose, kolonų sėdimą, esą pastatas statybos pradžioje buvo avarinės būklės.

### **Tūkstantmečio bokštas, San Franciske, Kalifornijoje**

Tūkstantmečio bokštas (angl. *Millennium tower*) San Franciske, Kalifornijoje, taip pat yra paveiktas netolygaus pamatų sėdimo: praėjus 7 metams nuo jo pastatymo pradžios (2009m.) visuomenei buvo pranešta, kad 58 aukštų dangoraižis dėl skirtingo pamatų nusėdimo pasviro. 2016 metais atlikta pastato ekspertizė atskleidė, kad pastato netolygus nuosėdis siekė 41 cm, o pasvirimas bokšto viršuje buvo 15 cm. 2018 metais atlikti matavimai pateikė išvadas, kad dangoraižio nusėdimas padidėjo iki 46 cm, o pasvirimas ties bokšto viršumi siekė 36 cm. Pastato statytojai teigė, kad netolygų pamatų sėdimą sukėlė šalia pastato vykdomi statybos darbai, tačiau ekspertizės metu buvo nustatyta, kad dar prieš pradėdant statybas šalia dangoraižio, jo vertikalus nusėdimas viršijo leistinas ribas. Pasak statybinių konstrukcijų inžinieriaus Rono Hamburgerio, pastatas netolygiai nusėdo dėl galimai gruntinio vandens poveikio, kuomet buvo išplautas gruntas, esantis po pamatais. Taip pat, tam įtakos turėjo ir pasirinktas polių įgilinimo gylis, kurių padas nepasiekė stipraus grunto, kitaip nei panašiuose šio regiono pastatuose. Dėl šio reiškinio, pastato gyventojai patyrė didelių nuostolių, kuomet buvo apgadintos pastato architektūrinės detalės, pastebėti įtrūkimai rūsio sienose, pertvarose bei jaučiamas diskomfortas dėl pastato pasvirimo. Nors po daugelio ekspertų pateiktų vertinimų ir pripažinimo, kad pastato netolygus sėdimas nesukėlė kritinių pasekmių pastato laikančiosioms konstrukcijoms, nežiūrint į tai, kad buvo pažeisti pamatai bei sistemos, susijusios su pastato infrastruktūra, pastato gyventojai jautėsi nesaugiai, baimindamiesi jog jis gali sugriūti. 2018 metais pradėti pastato

stiprinimo darbai tęsiasi iki šiol, ir nėra žinoma, kada bus sustabdytas netolygus pastato sėdimas, pareikalavęs milžinišku finansinių resursų pamatų stiprinimo darbams atlikti.



7 pav. Tūkstantmečio bokšto pamatų stiprinimo schema ir netolygaus sėdimo sukelti padariniai

Netolygus nusėdimas pastatų konstrukcijose sukelia papildomas įražas, dėl kurių gali būti viršijami ribiniai būviai. Tyrėjas Anastasopoulos (2013) nagrinėjo netolygaus nusėdimo priežastis ir šio poveikio sukeltus padarinius 5-ųjų aukštų gelžbetoniniame pastate. Analizuojamas pastatas pastatytas 1968m., o jo pamatai atskirti, nesujunti pamatine sija. Taip pat, nagrinėtame pastate nebuvo sijų, jungiančių kolonas skersine kryptimi, todėl tokia pastato konstrukcija traktuojama kaip sąlyginai lanksti ir jautri netolygiam pamato nusėdimui. Per pirmuosius 30 pastato eksploatavimo metų pastatas nerodė skirtingam pamatų nusėdimui būdingų požymių, iki kol 1999m. šalia buvo pastatytas 4-ųjų aukštų gelžbetoninis pastatas. Dėl šalia pastato vykusių statybinių procesų 5-ųjų aukštų pastate įvyko netolygus pamatų nusėdimas. Pastato sienose pastebėti 45° kampu pasvirę plyšiai, taip pat, tokio pat pobūdžio įtrūkimai pasireiškė ir ties durų staktomis. Atlikus pastato nusėdimo matavimus paaiškėjo, kad įvyko 5 cm netolygus pamatų nuosėdis, iš kurių pusė – dėl šalia pastato vykusių statybinių darbų.

Salcedo ir Orozco (2013) tyrė priežastis, dėl kurių smarkiai pasviro trys daugiabučiai: du iš jų esantys Bogotoje ir vienas Kolumbijoje. Atliktos pastato sėdimo priežastis pateikė išvadą, kad vienas pastatas netolygiai nusėdo dėl nepilnai atliktų grunto geologinių tyrimų ir prasto geotechnikos ir statybos inžinerijos specialistų bendradarbiavimo, kuomet buvo klaidingai interpretuoti grunto duomenys. Kad daugiabutis būtų išsaugotas reikėjo stiprinti jo pamatus bei pažeistus laikančiųjų konstrukcijų elementus.

Kaip matome iš pateiktų pavyzdžių, netolygaus pamato sėdimo sudaryti defektai gyventojams sukelia neigiamų pasekmių tiek finansinių požiūriu, tiek psichologiniu aspektu, kuomet baiminamasi,

kad pasatas gali sugriūti. Minimalūs pamatų netolygus nusėdimai gali apsiriboti tik konstrukcijos deformacijų sukeltais veiksniais, tačiau, gali nutikti ir taip, kad dėl tam tikrų priežasčių netolygus pamato nusėdimas gali sukelti rimtų problemų pastato laikančiosioms konstrukcijoms, kurių remonto darbai gali pareikalauti atitinkamai daug resursu tiek finansine, tiek problemos išsprendimo laiko atžvilgiu prasmėmis.

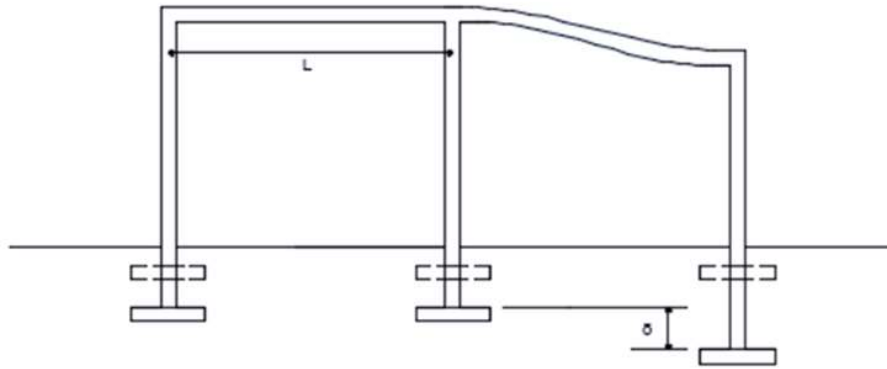
### 1.3. Netolygaus pamato sėdimo sukeltos žalos tyrimo metodai

Tyrimai, kuriais galime geriau suprasti, kokią žalą pastatui padaro netolygus pamatų nusėdimas, gali būti suskirstyti į tris metodus:

- Empirinis metodas, kuris pagrįstas daugybės stebėjimų duomenimis. Surinkti duomenys iš pastatų, kurie nukentėjo nuo netolygaus pamato sėdimo analizuojami, ir pateikiami empiriniais ryšiais, padedančiais nustatyti toleruotinas netolygaus pamato nusėdimo ribas, kad būtų išvengta architektūrinės ir (arba) konstrukcinės žalos sukėlimo.
- Inžinerinis metodas, kuomet naudojami projektavimo metodai ir prielaidos, padedančios apibrėžti leistinas netolygaus pamato nusėdimo vertes.
- Skaitmeninis modeliavimo metodas, kada analizuojama grunto ir pastato antžeminės dalies sąveika, į pagalbą pasitelkiant baigtinių elementų metodu skaičiuojančias programas.

#### 1.3.1. Empirinis tyrimo metodas

Tyrėjai Skemptonas ir MacDonaldas (1956), vieni iš pirmųjų siekė nustatyti kokį netolygaus pamato sėdimą gali atlaikyti pastatais, kad juose nebūtų padaroma žala architektūrai ir (arba) laikančiosioms konstrukcijoms. Suprasdami su kokiais sunkumais susiduria statybinių konstrukcijų inžinieriai, jie siekė aprašyti projektavimo gaires, pagrįstas stebėjimų rezultatais, atliktais devyniasdešimt aštuoniuose, gelžbetonio arba plieno, pastatuose, kuriuose pastebėtos netolygaus sėdimo sukelti poveikiai. Siekdami nustatyti visiems pastatams priimtinas ribas, mokslininkai įvedė pastato kampinio deformavimo sąvoką (angl. *angular distortion*) kaip dviejų gretimų taškų nuosėdzių skirtumo ( $\delta$ ) ir tarpatramio ( $L$ ) santykį (žr. 8 pav.).



8 pav. Dviejų vienodų tarpatramių rėmo kampinis deformavimas [8]

Matuodami netolygiai nusėdusių pamatų skirtumus tyrėjai šių verčių dydžius suskirstė į kategorijas pagal jų padarytą žalą: architektūrinę (pvz.: grindų, apdailos detalių ir kt.), konstrukcinę bei kombinuota. Pagal gautus duomenis padaryta išvada, kad viršijus 1:300 skirtingo nuosėdžio vertę yra padaroma žala pastato architektūrai, o perkopus 1:150 ribą – pastato laikančiosioms konstrukcijoms (žr. 9 pav.). Tyrėjai taip pat pažymėjo, kad daugeliu atvejų, dėl netolygaus pamato nuosėdžio sukulto poveikio pastebėta žala buvo pastato architektūrai.

Condition	Considering safety factors			
	Angular distortion (max.)	Angular distortion (min.)	Differential settlement (in.)	Max. settlement (in.)
Frame	1/150	1/500	\	\
Bearing wall	1/300	1/500	\	\
Without any settlement damage	1/500	1/1000	\	\
Footing on clay	\	\	1 ½	2 ½
Footing on sand	\	\	1	1 ½
Raft on clay	\	\	\	2 ½ - 4
Raft on sand	\	\	\	1 ½ - 2 ½

9 pav. Toleruoti nuosėdžių dydžiai pagal Skemptoną ir MacDonaldą [8]

Netolygų pamatų sėdimą tyrinėjo ir kiti mokslininkai, norėdami nustatyti didžiausias leistinas nuosėdžių vertes. Meyerhofas (1947), vienas iš pirmųjų pateikė rekomendacijas dėl leistino netolygaus pamato nuosėdžio dydžio. Mokslininkas pristatė bendrą analizės procedūrą, kurioje pastato antžeminės dalies konstrukcijos ir pamatai traktuojami kaip viena išbaigta sistema. Kai kurios išraiškos, susijusios su elementų poslinkiu ir nuosėdžiu, buvo sukurtos siekiant įvertinti vidinių jėgų persiskirstymą elementuose. Gauti rezultatai parodė, kad įtempiai elementuose yra tiesiogiai susiję su jų tamprumo moduliais, standumais bei atramų poslinkiais, sukeltais dėl netolygaus pamato sėdimo. Tyrėjas pažymėjo, kad santykinai nedidelis netolygaus pamato sėdimas gali sukelti nemažus

papildomus įtempius gretimoms konstrukcijoms. Šių įtempių persiskirstymo ženklus sumažėjimas pastebimas elementuose, kurie nėra greta nusėdusios atramos, jeigu rėmas yra daugiau nei trijų tarpatriamių. Taip pat, Meyerhofas pažymėjo, kad mažesnis elementų jungčių standumas sukelia didesnius poslinkius bei mažesnius įtempius elementuose. Tyrėjas teigė, kad netolygaus nusėdimo dydis turėtų būti mažesnis nei 1:300 atvirai rėminiai konstrukcijai ir 1:1000 užpildytai rėminei konstrukcijai (1:2000 kuomet yra plytų mūro apdaila), kad būtų išvengta žalos pastatui.

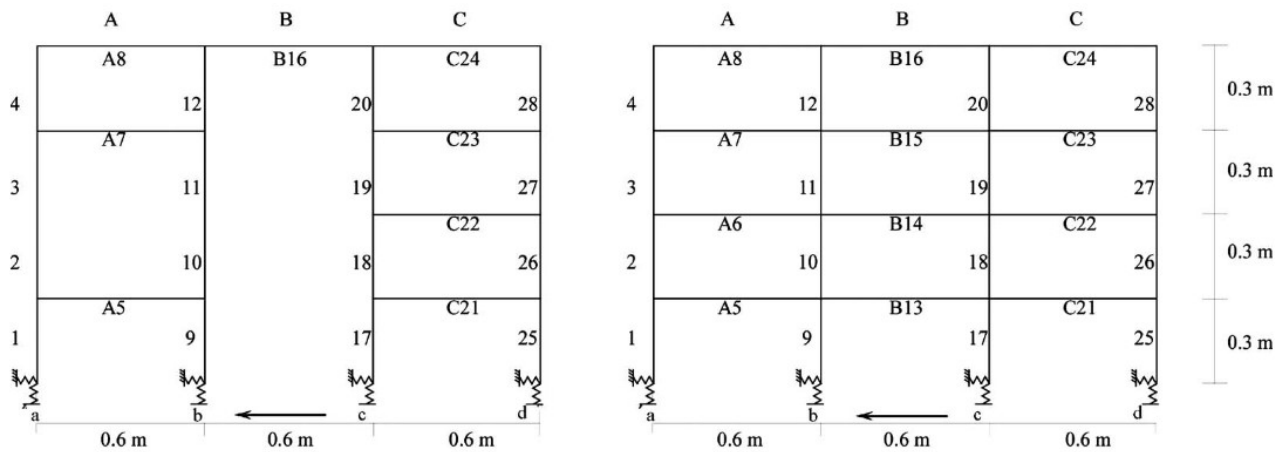
Polshinas ir Tokaras (1957) taip pat rekomendavo, kad netolygaus pamato sėdimo dydis neviršytų 1:200 ribos, kad būtų išvengta žalos padarymo gelžbetoniniuose pastatuose. Tyrėjai pažymėjo, kad siejant netolygaus nusėdimo dydį ir žalos padarymo pobūdį, reikia atsižvelgti ir į pastato matmenis bei pasiūlė naudoti ribotą tempiamąjį stiprį prieš plyšio atsiradimą, kad būtų galima naudoti minėtas toleruotinas netolygaus pamato nusėdimo vertes. Literatūroje yra pateikiama, kad didžiausias leistinas netolygus pamatų nusėdimas tarp gretimų kolonų, kurios remiasi į atskirus pamatus, neturėtų viršyti 20 mm ribos. Netolygaus nusėdimo ribinės vertės ir su tai susiję pažeidimai pateikiami 10 pav.

<b>Author(s)</b>	<b><math>\delta/L</math></b>	<b>Description</b>
Skempton and MacDonald	1/300	Architectural damage
	1/150	Structural damage
Meyerhof	1/2000	Damage to brick cladding
	1/1000	Damage to infill frames
	1/300	Damage to open frames
Polshin and Tokay	1/200	Damage to RC frames
	1/2000 - 1/300	Serviceability issues
NBCC/CFEM	1/500 - 1/300	Maximum long-term movement
	1/250 - 1/150	Structural damage
	1/150	Ultimate state

10 pav. Netolygaus pamato sėdimo ribinių verčių palyginimas

Manas (1977) išanalizavo gelžbetoninio karkaso, kuriame pastebėtas netolygus pamato sėdimas, eksploatacines savybes ir pateikė išvadą, kad ryškiausiai pastebima šio reiškinio sukelta žala buvo per vieną tarpatriamį nuo paveiktos atramos esančioms kolonom. Be to, tyrėjas pažymėjo, kad dėl netolygaus įtvirtinimo nusėdimo padaryta žala buvo ryškesnė žemesniuose pastato aukštuose esančiose konstrukcijose, bei kad šis reiškinys sijas paveikia labiau nei kolonas.

Leaferas (2009) atliko analitinius eksperimentinius darbus, kuriuose siekė ištirti dviejų 1/10 mastelio karkasinių pastatų iš gelžbetonio reakcijas į skirtingą atramų nusėdimą dėl greta statinio vykdomų statybos darbų. Analizuojami statiniai buvo pastatyti ant sauso smėlio ir orientuoti statmenai grunto iškasoms. Kiekvienas rėmas buvo keturių aukštų (aukšto aukštis -30 cm) ir trijų tarpatriamių (60x60 cm). Tyrėjų analizuoti modeliai pateikti 11 paveikslėlyje. Išanalizavus įrašas ir įlinkius tyrinėjamuose modeliuose pastebėta, kad elementams, esantiems arčiau iškasos, vidinės jėgos padidėjo, o kartu su tuo ir įlinkiai. Tyrėjai pažymėjo, kad įlinkio prieaugis konstrukcijos elementas nebuvo tiesiogiai proporcingas iškasos gyliui, o ketvirtadalis pradinės iškasos sukėlė pusė galutinio įlinkio padidėjimo konstrukcijose.



11 pav. Laefer ir kt. tyrėjų analizuoto modelio konstrukcinė schema [10]

### 1.3.2. Inžinerinis tyrimo metodas

Empiriniai tyrimų metodai susilaukė kritikos iš Burlando ir Wrotho (1975), kurie teigė, kad pagal pateiktus eksperimentinio tyrimo rezultatus jiems nepavyko pritaikyti konstrukcijų inžinerijoje taikomų skaičiavimo principų ir paaiškinti, kodėl konstrukcijos gali būti sugadintos dėl netolygaus pamato nusėdimo. Vietoj to, tyrėjai pasiūlė naudoti tempimo deformacijų ribojimo koncepciją, kad būtų surandamos toleruotinos netolygaus pamato sėdimo vertės, kadangi įtrūkimai gelžbetoninėse konstrukcijose išryškėja pasiekus kritinę tempimo deformacijų ribą ( $\epsilon_{crit}$ ), ir susieti ją su konstrukcijos deformacijos koeficientu ( $\Delta/L$ ). Taikydami šį metodą, tyrėjai suprojektavo pastatą kaip centriškai apkrautą stačiakampę siją, kad išanalizuotų, kaip konstrukcija suirs, atsižvelgiant į jos sėdimą bei deformacijos būdą. Sijos deformaciją buvo supaprastinta, vertinant įlinkį nuo lenkimo momento, skersinių jėgų bei jų derinio. Nustatyta, kad įlinkio, sukeliančio įtrūkimus sijoje, dydis ženkliai skiriasi nuo deformacijos būdo, sijos geometrijos bei jos standumo. Tačiau tyrėjai taip pat pažymėjo, kad sunku nustatyti redukuotosios sijos standumą lygiavertį viso pastato laikinčiosioms konstrukcijoms. Įlinkio koeficientas buvo susietas su lenkimo momentu ir skersinių jėgų sukeltomis deformacijomis naudojant sekančias lygtis [11]:

$$\frac{\Delta}{L} = \left[ \frac{L}{12t} + \frac{3IE}{2tLHG} \right] \epsilon_b \quad (1.3.2.1)$$

$$\frac{\Delta}{L} = \left[ 1 + \frac{HL^2G}{18IE} \right] \epsilon_d \quad (1.3.2.2)$$

Čia:

$H$  – pastato aukštis;

$L$  – pastato paveikto ruožo (dalies) ilgis;

$E$  – tamprumo modulis;

$G$  – šlyties modulis;

$I$  – inercijos momentas;

$t$  – atstumas nuo elemento krašto iki neutralios ašies;

$\Delta$  – didžiausias santykinis nuosėdis;

$\varepsilon_b$  – didžiausia deformacija nuo lenkimo momento jėgos;

$\varepsilon_d$  – didžiausia deformacija nuo skersinės jėgos.

Burlandas ir Wrothas (1975) pažymėjo, kad įtrūkimai kuriuos sukelia skersinės jėgos sukeltos deformacijos yra lemiamas veiksnys karkasiniuose pastatuose. Tempimo deformacijų ribojimą analizuojant netolygų pamatų sėdimą bei jos sukeltą žalą taip pat tyrinėjo Mairas (1996) su kolegomis, kurie tęsdami Burlando ir Wrotho darbą, siekė netolygų pamatų nusėdimą dėl šalia pastato vykdomu statybos darbų ir jų žalos sukėlimo riziką suskirstyti į tris vertinimo grupes. Pateikta žalos įvertinimo procedūra buvo naudojama siekiant apibrėžti penkias žalos kategorijas (žr. 12 pav.), atsižvelgiant į žalos tipą, su ja susijusią būdingą tempimo deformaciją ir padarytos žalos pataisymo sudėtingumą. Vertinimo procedūra pradedama apsibrėžiant tiriamos teritorijos grunto nuosėdžius bei pašalinant pastatus, kurių netolygus nuosėdis yra lygus arba mažesni nei 10mm. Tuomet likę pastatai redukuojami į stačiakampes sijas ir apskaičiuojami jų didžiausi tempimo įtempiai nuo netolygaus sėdimo sukkelto poveikio bei lyginami su žalos padarymo kategorijomis. Tyrėjai pažymi, kad jeigu pastatas patenka į 3-čiąją ar aukštesnę kategoriją, tuomet rekomenduotina atlikti išsamią grunto struktūros ir deformacijų analizę.

Damage category	Degree of severity	Damage description	Limiting tensile $\varepsilon$ (%)
0	Negligible	Hairline Cracks	0 - 0.05
1	Very slight	Fine cracks, damage restricted to internal wall finishes	0.05 - 0.075
2	Slight	Cracks easily filled. Doors and windows may jam	0.075 - 0.15
3	Moderate	Cracks require opening up and need to be fixed by a mason Windows and doors jam Potential damage to service pipes	0.15 - 0.3
4	Severe	Need for extensive repair work Slanted floors, distorted walls, door and window frames Rupture pipes	> 0.3
5	Very severe	Complete or partial rebuilding Major repair works Danger of instability	> 0.3

12 pav. Netolygaus nusėdimo sukeltos žalos kategorijos[12]

Tyrėjai Lazarus ir Jungas (2018) užbaigė tunelio vertinimą dėl netolygaus pamatų nusėdimo, prieš atveriant duris visuomenei. Vertinimo metu, netolygaus nuosėdžio sukelta žala buvo įvertinta estetikos, funkcijos, tinkamumo naudoti bei laikančiųjų konstrukcijų pažeidimo požiūriu. Vertinimo procedūros etapai:

- 1 žingsnis: pagal numatomą grunto nuosėdžio dydį buvo pašalintos laikančiosios konstrukcijos, kurių didžiausia tempimo deformacija 0,075 % arba mažesnė;
- 2 žingsnis: konstrukcijose, kuriose pastebėti 10 mm nusėdimai, projektuojami kaip stačiakampės tamprios sijos, neatsižvelgiant į jos standumą. Pagal gautą nuosėdžio dydį iš 12 pav. įvertinama galimai sukelta žala. Konstrukcijos elementams, kurių didžiausia tempimo

deformacija yra 0,3 % ar mažesnė, neįtraukiami į tolimesnę analizę, kadangi manoma, jog yra viršijami saugumo ribiniai būviai;

- 3 žingsnis: likusios konstrukcijos išsamiai ištiriamos individualiai, pasitelkiant skaitmeninio modeliavimą bei jas patikrinant vizualiai.

Boone (1996) nustatė metodiką, kurios pagalba galima įvertinti nuosėdų sukeltą žalą karkasinėms konstrukcijoms, atsižvelgiant į nusėdimo dydį, maksimalią tempimo deformaciją, pastato matmenis bei konstrukcijos įlinkį. Tyrėjas pažymėjo, kad pirmiausia turi būti nustatytas kiekvienos rėmo kolonos nuosėdis, kartu apibūdinant kiekvienos sijos deformacijos formą. Tuomet apskaičiuojami šlyties įtempiai laikančiose konstrukcijose, visuminiai tempimo įtempiai bei pagrindinė tempimo deformacija. Galiausiai, suskaičiuotos deformacijų vertės palyginamos su rekomenduotinomis vertėmis, siekiant nustatyti, ar gali atsirasti žala.

Finno (2005) kartu su kolegomis, pažymėjo, kad daugumoje šiuolaikinių pastatų, projektuojant konstrukcijas kaip stačiakampes sijas, yra neatsižvelgiama į jos standumą lenkimo momentui ir šlyties jėgoms. Tuomet tyrėjai pasiūlė palikti Burlando ir Wrotho taikytą metodiką, bet sijas modeliuoti iš lamelių, sudarytų iš pagrindinės medžiagos sluoksnių tarp plokštelių, kad kritinė tempimo deformacija vis tiek galėtų būti naudojama kaip ribojantis faktorius leidžiamoms nuosėdžio vertėms.

Atsižvelgiant į tai, kad konstrukcijų modeliavimas ir skaičiavimas yra dažnai sudėtingi, Halimas ir Wongas (2012) sukūrė karkasinių pastatų pažeidimų prognozavimo diagramą, pagrįsta keturiais lengvai randamais parametrais: nuosėdžio skirtumu tarp gretimų kolonų, pastato kategorijos, rėmo ilgio bei rėmo aukščio.

Nuosėdžio sukelti žalos padariniai buvo išvesti derinant konstrukcijų inžinerijos sąvokas, kurias naudojo Burlandas ir Wrothas bei netolygaus pamato nusėdimo apibrėžimą, kurį pateikė Rankinas (1998), apibūdinamas leistiną skirtingą pamatų nusėdimą kaip grunto deformacijų būdo ir greičio bei pastato tipo funkciją. Pažeidimai, sukelti dėl grunto deformacijų, skirstomi pagal pastebėtą plyšio plotį ir konstrukcijos deformacijos dydį, apibrėžtą priklausomai nuo netolygaus pamato sėdimo dydžio.

### 1.3.3. Skaitmeninis modeliavimo metodas

Taikant kompiuterinį modeliavimą tyrimams dėl netolygaus pamato nuosėdžio sukkelto poveikio pastatams Weigelis (1989) kartu su kolegomis sukūrė kompiuterinę programą, skirta apkrovų persiskirstymui tirti dvimačiuose karkasiniuose pastatuose, turinčiuose atskirus pamatus. Tyrėjų siektas tikslas – įvertinti pamato netolygaus nusėdimo dydžio ir įtempių persiskirstymo priklausomybę, atsižvelgiant į konstrukcijos standumą. Tyrėjų sukurta programa veikė dviem iteraciniais etapais. Pirmajame etape apskaičiuojami visų pagrindo grunto sluoksnių nuosėdžiai, atsižvelgiant į jiems tenkančią apkrovą. Antrajame etape perskaičiuojamos kiekvieno pagrindo sluoksnio deformacijos, įvertinant apkrovų dydžius, pagal pirmajame etape skaičiuotas deformacijas. Iteracijos kartojamos tol, kol pirmo ir antro etapų pagrindo apkrovų skirtumas yra priimtinas. Remiantis skaičiavimų analizės rezultatais, buvo padaryta išvada, kad apkrovos persiskirstymas sušvelnina netolygaus pamato nusėdimo sukeltus padarinius, o tai paaiškina, kodėl statiniai,



suprojektuoti neatsižvelgiant į skirtingą pamatų sėdimą, tam tikru mastu gali atlaikyti šio nuosėdžio sukeltą žalą be didelių pažeidimų konstrukcijoms.

Dvimačių rėmų analizės metodas, aprašytas Weigelio (1898) buvo supaprastintas Al-Shamrani ir Al-Mashary (2003), kurie sukūrė kompiuterinę programą, gebančią apskaičiuoti pamatų nuosėdžius bei kartu atlikti ir dvimačių rėmų struktūrinę analizę pagal standumo matricos metodą. Jų darbas atskleidė, kad antžeminės pastato dalies standumas turi didelę įtaką grunto deformacijoms, bei tai, kad esant standesnei konstrukcijai, netolygūs pamatų nusėdimo skirtumai gaunami mažesni, lyginant su mažesni standumą turinčiomis konstrukcijomis. Tyrėjai taip pat patvirtino ir Weigelio (1898) ir kt. mokslininkų teiginius, kad netolygus pamato sėdimas sukelia apkrovų, įtempių bei lenkimo momento jėgų persiskirstymus rėmo elementuose.

Baigtinių elementų metodo skaičiavimu analizė buvo naudojama kompiuteriniame projektavime tiriant karkasinių pastatų ir netolygaus pamato sėdimo elgseną. Tyrėjai Boscardinas ir Cordingas (1898) atliko parametrinį tyrimą, keisdami aukštų, tarpatramių bei skersinių sijų skaičių karkasiniuose pastatuose, kuriuose buvo sprendžiamas netolygaus pamato sėdimo sukeltos žalos klausimas. Mokslininkai nustatė, kad esant didesniai aukštų skaičiui netolygaus pamato sėdimo deformacija yra mažesnė, kadangi padidinamas standumas šlyties poveikiui, todėl pastatas, dėl netolygaus pamatų sėdimo pavirsta, tačiau neišsikraipo. Kita vertus, padidinus skersinių tarpatramių skaičių pastato konstrukcijos dėl skirtingų atramų nusėdimų deformuojasi išsikraipydamos, kad prisitaikytų prie grunto judėjimo.

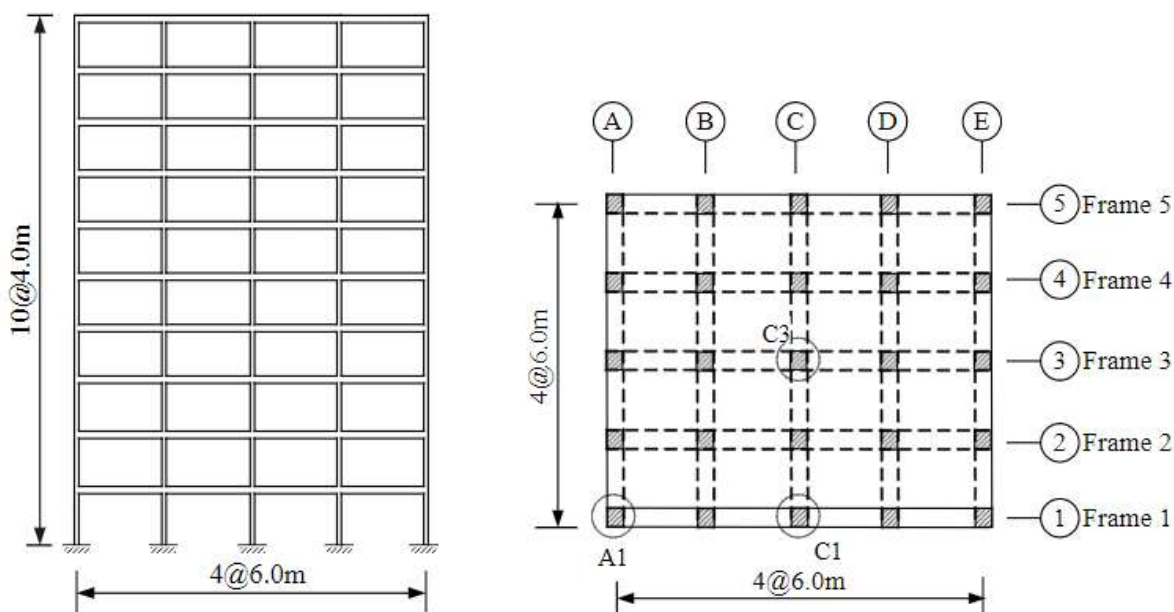
Roy'us ir Dutta (2001) atliko parametrinį tyrimą, naudodami baigtinių elementų metodu pagrįsta analizę, siekdami išanalizuoti tris trimačius rėmus, turinčius vieną, du ir tris aukštus, esančius ant molio bei smėlio pagrindo gruntų. Nustatyta, kad rėmams, esantiems ant molingo pagrindo, vidurinės kolonos nusėdimo sukeltas poveikis išaugino ašinės jėgos prieaugius kraštinėse kolonose, kuomet rėmams, esantiems ant smėlio pagrindo grunto ašinės jėgos kraštinėms kolonomis padidėjo 25 %, o vidurinėms kolonomis sumažėjo 14 %. Pastato atsparumas netolygaus pamato sėdimo atvejui buvo tiriamas lyginant dviejų aukštų karkaso elgseną su sijomis ir be sijų bei keturių aukštų karkaso su ir be sijų. Remiantis gautais rezultatais nustatyta, kad esant dviejų aukštų rėmui, su pridėtomis skersinėmis sijomis, atsparumas netolygaus pamato sėdimo sukeltam poveikiui padidėjo. Tačiau keturių aukštų rėmo, su pridėtomis skersinėmis sijomis, ir be jų, atsparumas netolygiam pamato sėdimui nebuvo ženkliai skirtingas.

Išsamų geometrinį tyrimą, kurio tikslas buvo nustatyti pastato karkaso geometrijos svarbą, atliko Lahris ir Gargas (2005), modeliuodami dvimačius rėmus SAAD-Pro programoje, kurioje keitė šiuos parametrus: sijos ilgį, kolonos aukštį, sijų inercijos momentus, narvelių skaičių, aukštų skaičių bei kolonų skaičių. Kiekvieno rėmo dešinės pusės kolonai buvo priimtas 10 mm vertikalus nuosėdis, o likusios kolonos paliktos fiksuotos. Remiantis rezultatais nustatyta, kad kolonų aukštis ir sijų ilgis turi atvirkštinį poveikį vidinių jėgų dydžiui prieaugiui dėl netolygaus pamato sėdimo. Nustatyta, kad netolygaus nusėdimo sukeltos jėgos sijose mažėjo didėjant tarpatramio ilgiui. Taip pat, pastebėta, kad žemesnėse kolonose įrašų persiskirstymai buvo didesni lyginant su aukštesnėmis kolonomis. Tyrėjai pažymėjo, kad padidinus konstrukcinių elementų inercijos momentus, didėja ir netolygaus pamato sukelti vidinių jėgų persiskirstymai, o sėdimo sukelti poveikiai buvo ryškesni apatiniuose aukštuose, lyginant su viršutiniais.

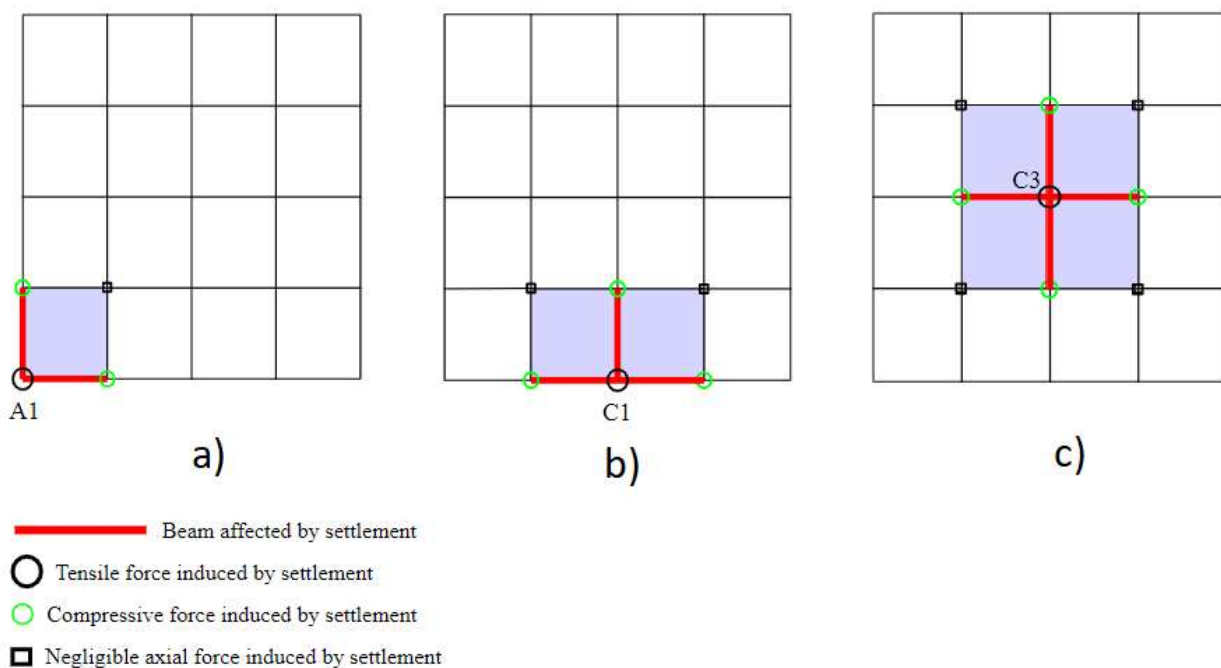
Rėmo standumo įtaką mažinant netolygaus pamato nusėdimo sukeltus poveikius toliau tyrė Boldinis (2016) kartu su kolegomis, kurie suprojektavo paprastą rėmą, veikiamą šalia pastato vykdomų statybinių procesų sukkelto poveikio, keisdamas aukštų skaičių. Tyrėjai pastebėjo, kad didėjant aukštų skaičiui, dėl padidėjusio rėmo standumo netolygaus pamato sėdimo sukelti poveikiai turėjo mažesnę įtaką pastato laikančiosioms konstrukcijoms.

Gelžbetoninių pastatų, kuriems taikomas netolygaus pamato nusėdimo analizė, elgsena buvo tiriama naudojantis baigtinių elementų metodu pagrįstomis skaičiavimo – projektavimo programomis. Savaris (2010), kartu su kitais tyrėjais, suprojektavo paprastą dvimatį rėmą, sudarytą iš vienos sijos, pritvirtintos prie trijų kolonų, tikėdamiesi, kad centrinė kolona nusės daugiau, lyginant su kraštinėmis kolonomis, dėl jos perimamos didesnės apkrovos. Tačiau gauti rezultatai atskleidė, kad dėl vidinių jėgų persiskirstymo sijoje, netolygaus sėdimo sukelti poveikiai kraštinėms ir centrinei kolonai nebuvo ryškiai skirtingi. Tuomet, tyrėjai suprojektavo kelių aukštų gelžbetoninį pastatą ir nustatė, kad vidinių jėgų persiskirstymai buvo ryškesni apatiniuose aukštuose nei viršutiniuose, ir pažymėjo, kad dėl įrąžų persiskirstymo kolonose, sijose bei plokštėse gali atsiverti plyšiai. Be to, tyrėjai nustatė, kad didėjant aukštų skaičiui, mažėja vidinių jėgų persiskirstymas iš vidinių kolonų į išorines.

Pastato laikančiųjų konstrukcijų atsaką į netolygaus pamato nusėdimą toliau nagrinėjo Linas (2015) kartu su kolegomis, kurie analizavo 10-ties aukštų gelžbetoninio pastato elementų įrąžų persiskirstymus priklausomai nuo 25 mm vertikalojo atramos nusėdimo. Sėdančiosios atramos vietos buvo pasirinktos atskirai trims kolonomis – vidurinei, kraštinei ir kampinei. Išsami informacija apie pastato geometrinę schema ir paveiktų kolonų vietas pateikiama 13 ir 14 paveikslėliuose. Pastato modelio skaičiavimai atlikti programa SAP2000. Standžių jungčių ilgius tyrėjai apibrėžė kaip pusės sijos aukščio arba kolonos pločio. Gauti rezultatai parodė, dėl sėdančiosios atramos labiausiai buvo paveiktos vieno tarpatramio atstumu esančios sijos bei kolonos, o didesniu atstumu nutolusiems elementams šio poveikio sukeltų vidinių jėgų persiskirstymo prieaugis – nereikšmingas. Taip pat, tyrėjai pažymėjo, kad skersinių jėgų persiskirstymas nebuvo toks ženklus, lyginant su lenkimo momentu, tad ir šių prieaugių padaryta žala mažesnė. Mokslininkai pažymėjo, kad karkasinis pastatas elastingai elgiasi iki kol pasiekama 25 mm nusėdimų skirtumų riba, ir nustatė, kad centrinės kolonos poslinkis žemyn yra pavojingiausias. Be to, tyrėjai nurodė, kad per daug nusėdus karkasinio pastato centrinei kolonai, apatinių aukštų sijose pirmiausia susiformuoja plastiniai šarnyrai, kurie vėliau išsivysto ir viršutiniuose aukštuose, teigdami, kad dėl tvirtos kolonos ir silpnos sijos, pirmiausia plastiniai šarnyrai išsivysto sijose. Pasak tyrėjų, centrinėms pastato kolonomis turėtų būti skiriamas didžiausias dėmesys, kadangi dėl jų atramos nusėdimo gaunami didžiausi vidinių jėgų persiskirstymai kitiems konstrukciniams elementams, o padidėję įtempiai gali sukelti katastrofinių padarinių visam pastatui.



13 pav. Geometrinė pastato schema [25]



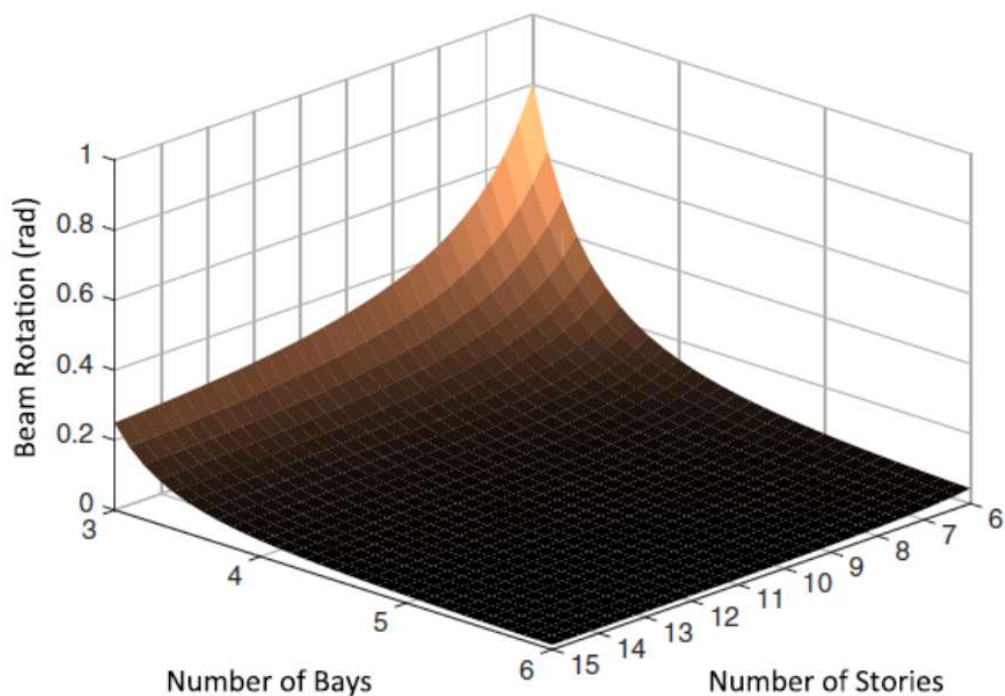
14 pav. Plotai, paveikti dėl kolonos nusėdimo: a-kampinė A1 kolona; b-kraštinė C1 kolona; c-centrinė C3 kolona [25]

Linas (2015) apibendrinamas savo darbo rezultatus išskyrė svarbiausius aspektus:

- a) Atliekant netiesinę pastato analizę dėl netolygaus pamato sėdimo, pirmiausia pastebėti plastinių šarnyrų susidarymai sijose, o po to kolonose. Taip pat, plastiniai šarnyrai pradžioje išsivystė pirmame aukšte esančiose sijose, o kiek vėliau persikėlė ir į sekančius aukštus. Tyrėjas pažymėjo, kad netolygus pamatų nusėdimas daugiausiai žalos gali sukelti pirmojo aukšto konstrukciniams elementams lyginant su aukštesniuose aukštuose esančiomis konstrukcijomis.

- b) Netolygaus pamato nusėdimo riba, iki kurios pastatas dirbo tamptariai buvo apie 25 mm, viršijus šia ribą, pastebėtos kritinės plastinės deformacijos.
- c) Projektuojant pastatus, didelį dėmesį reiktų skirti į pirmojo aukšto kolonas, kadangi dėl netolygaus pamato sėdimo jose atsiranda papildomi kritiniai lenkimo momentai ir ašinės jėgos, dėl kurių gali būti viršijami saugos ribiniai būviai.

Amerinis (2019) ir kt. tyrėjai suprojektavo 16-ą pastatų baigtinių elementų metodų programoje, siekdami ištirti, kokia žala pastatui sukelia kolonų pašalinimas skirtingose vietose (plane ir aukštyje). Išanalizavę gautus rezultatus mokslininkai pateikė nuspėjamuosius grafikus, skirtus įvertinti pastato konstrukcinių elementų reakciją priklausomai nuo vertikalios kolonos poslinkio. Remiantis gautų rezultatų analize, buvo sukurtas grafikas, leidžiantis numatyti sijų sukimosi dydį (rad) priklausomai nuo pastato skersinių tarpatramių ir aukštų skaičiaus, kuris pateikta 15 paveikslėlyje. Pasak tyrėjų, šis grafikas leidžia numatyti sijų sukimosi dydį prie įtvirtinimo priklausomai nuo ją veikiančios lenkimo momento jėgos bei palyginti su leidžiamosiomis reikšmėmis. Tyrėjai pažymėjo, kad pašalinus vidurinę pastato koloną pastebimi dideli ašinės jėgos persiskirstymai kitoms kolonom, esančioms vieno tarpatramio atstumu nuo paveiktosios, bei, kad dėl pašalintos žemesnio aukšto kampinės kolonos gretimose sijose įtvirtinimo, pasisukimas buvo didesnis lyginant su viršutinio aukšto kampine kolona.



15 pav. Sijų sukimosi dydžio priklausomybė nuo pastato narvelių ir aukštų skaičiaus [26]

Hanna (1981) kartu su kitais tyrėjais nustatė gaires, padedančias konstrukcijų inžinieriams analizuoti pastato laikančiąsias konstrukcijas priklausomai nuo netolygaus pamato sėdimo, kad jos būtų ekonomiškai ir saugios naudoti [27]:

1. Suprojektuojamas pastatas nuo išorinių apkrovų ir tuomet nustatomas leistinas pamatų nuosėdis.

2. Konstrukcijos papildomai apkraunamos momento jėgomis atsiradusiomis dėl netolygaus pamato nusėdimo. Tuomet pakartotinai apskaičiuojamos pastato atraminės reakcijos ties pamatais.
3. Suprojektuojami pamatai, atsižvelgiant į priimtina nusėdimo dydį, kuris nepakenktų pastatui.

#### 1.4. Pamato nusėdžio skaičiavimo metodai

Įvertindami pamato nusėdimą, turime nustatyti pagrindo deformacijų zonos storį. Tai padaryti yra gan sudėtinga, kadangi pagrindo deformacijų zonos storis priklauso nuo įvairių dedamųjų, tačiau svarbiausi iš jų yra įtempimų didumas bei jų sklidimo dėsningumas. Taip pat, reikia nepamiršti ir deformuojamo grunto savybių. Kuo tiksliau gebame apskaičiuoti pagrindo deformacijų zonos storį, tuo tiksliau galime įvertinti pamato nusėdimą. Kuomet pagrindą sudaro sąlyginai nestoras suspaudžiamo grunto sluoksnis, o po juo slūgso nesuspaudžiamas gruntas (deformacijų modulis -  $E \geq 100$  MPa, tai būtų uola arba dispersinis gruntas), pagrindo deformacijų zonos storis  $H_c$  yra lygus po pamatu esančio suspaudžiamo grunto sluoksnio storiui. Šis atvejis realybėje pasitaiko gana retai, dažniausiai turima situacija, kuomet po pamatu slūgso storas suspaudžiamo grunto sluoksnis, todėl pagrindo deformacijų zonos storis  $H_c$  apskaičiuojamas priimant įvairias hipotezes. Viena dažniausiai priimamu hipotezių, kad pagrindo deformacijų zonos apatinė riba yra tokiaame gylyje (žemiau pamato pado), kuriame papildomi įtempimai nuo apkrovos  $\delta_{zp}$ , palyginus su tame gylyje veikiančiais įtempimais nuo grunto svorio  $\delta_{zg}$ , pakankamai maži, o jų sukeltos grunto deformacijos pamato nusėdimui didumui nereikšmingos [28]. Šis atvejis pavaizduotas 16 paveikslėlyje.

Pasak D. Sližytės, projektuojant pamatus turi būti įvertinti tiek staigieji nusėdžiai, tiek nuosėdžiai, atsirandantys laikui bėgant [28], todėl visuminis pamatų nusėdis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$s = s_0 + s_1 + s_2 \quad (1.4.1)$$

Čia:

$s_0$  – staigusis nuosėdis, kuris atsiranda visiškai vandens įsotintuose gruntuose dėl šlyties deformacijų, esant pastoviam tūriui, ir iš dalies vandens įsotintuose gruntuose dėl šlyties deformacijų ir tūrio sumažėjimo;

$s_1$  – nuosėdžiai, atsiradę dėl konsolidacijos (kuomet išspaudžiamas vanduo iš grunte esančių porų);

$s_2$  – nuosėdžiai, atsiradę dėl valkšnumo.

##### 1.4.1. Grunto vienmatės deformacijos metodas

Šis metodas taikytinas tuo atveju, kada per visą suspaudžiamo grunto storį yra pastovūs normaliniai vertikalieji įtempimai. Šio metodo taikytinumo patikrinimo sąlyga yra:

$$H_c < 0,5b \quad (1.4.1.1)$$

Čia:

$H_c$  – deformuojamojo sluoksnio storis;

$b$  – pamato plotis.

Taikant šį metodą, grunto skersinės deformacijos yra suvaržytos, jis gali deformuotis tik vertikaliai, todėl grunte esančių porų tūris sumažėja. Tokiu atveju, pamato nuosėdis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$s = H_c \frac{e - e_1}{1 + e} \quad (1.4.1.2)$$

Čia:

$e_1$  ir  $e$  –deformuoto ir natūralaus grunto poringumo koeficientai;  
 $H_c$  – deformuojamo sluoksnio storis.

Žinant, kad natūralaus ir deformuoto grunto poringumo koeficientų skirtumas yra lygus:

$$e - e_1 = m_0(\delta_1 - \delta) = m_0\delta_{zp0} \quad (1.4.1.3)$$

Čia:

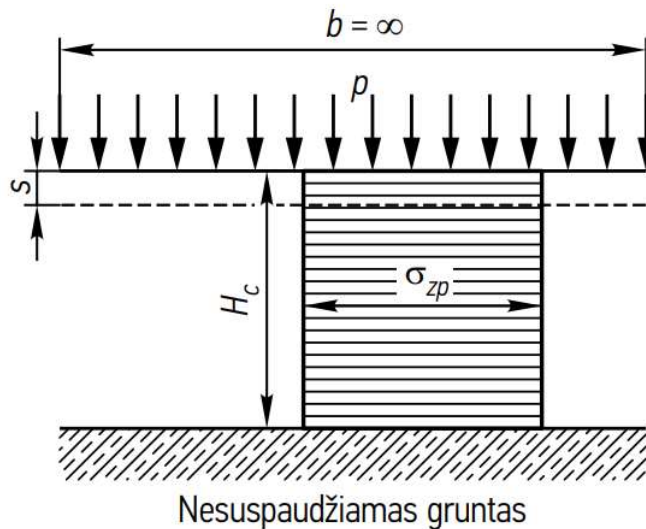
$m_0$  – spūdos koeficientas;  
 $\delta_{zp0}$  – papildomi įtempiai, nuo kurių skaičiuojami nuosėdziai.

Pamato nuosėdį galime paskaičiuoti ir pagal sekančią formulę:

$$s = H_c m_0 \frac{\delta_{zp0}}{1 + e} = H_c m_v \delta_{zp0} = \beta H_c \frac{\delta_{zp0}}{E} \quad (1.4.1.4)$$

Čia:

$m_v$  – tūrio spūdos koeficientas;  
 $\beta$  – koeficientas, kuriuo įvertinama grunto skersinė deformacija (apytikslės reikšmės pateiktos [28] 3.1 lentelėje);  
 $E$  – tamprumo modulis.



16 pav. Grunto vienmatės deformacijos metodo skaičiuojamoji schema[28]

Šiuo metodu skaičiuoti pamato nusėdimą galima tik tuomet, kai turime pastovius normalinius vertikalius įtempius per visą spaudžiamo grunto sluoksnio storį.

#### 1.4.2. Tampriųjų deformacijų metodas

Šis nuosėdžių skaičiavimo metodas yra tinkamas tuomet, kai pagrindą sudaro vienalytis gruntas, kuris pagrįstas tiesiškai deformuojamo izotropiško puserdvio teorija. Šio metodo skaičiavimo privalumas yra tai, kad nereikia žinoti pagrindo deformacijų zonos storio, kadangi teoriniame lygmenyje deformuojasi visas puserdvis. Šiuo metodu pamato nusėdimas skaičiuojamas sumuojant paviršiaus taško vertikaliuosius poslinkius nuo elementarių koncentruotų jėgų. Bendroji nuosėdžio skaičiavimo išraiška apskaičiuojama pagal formule [28]:

$$s = (1 - \nu^2)\omega'\sqrt{A} \frac{\delta_{zp0}}{E} \quad (1.4.2.1)$$

Čia:

$A$  – pamato pado plotas;

$\omega'$  – koeficientas, priklausantis nuo pamato standumo ir taško, kurio nuosėdis skaičiuojamas, padėties po pamato padu;

$\nu$  – Pusasono koeficientas;

$E$  – tamprumo modulis;

$\delta_{zp0}$  – papildomi įtempiai pridėti puserdvio paviršiuje.

Pažymėjus pamato kraštinių santykį  $\eta = \frac{l}{b}$  plotas  $A = lb = \eta b^2$ ,  $\omega = \omega'\sqrt{\eta}$ , pamato nuosėdis gali būti apskaičiuojamas [28]:

$$s = (1 - \nu^2)\omega * b \frac{\delta_{zp0}}{E} \quad (1.4.2.2)$$

Pagal 1.4.2.2 lygtį galime rasti nusėdimus taškų, kurie yra liauno pamato centre bei jo kampuose, taip pat apskaičiuoti vidutinį liauno bei standaus pamato nusėdimą.

1 lentelė. Pamato formos ir standumo koeficiento  $\omega$  vertės [28]

$\eta = \frac{l}{b}$	$\omega$ koeficiento reikšmės			
	liauno pamato kampinio taško	liauno pamato centrinio taško	liauno pamato vidutiniam nuosėdžiui	standaus pamato vidutiniam nuosėdžiui
Apskritimas	0,64	1,00	0,85	0,79
1	0,56	1,12	0,95	0,88
2	0,77	1,53	1,30	1,22
3	0,89	1,78	1,53	1,44
4	0,98	1,96	1,70	1,51

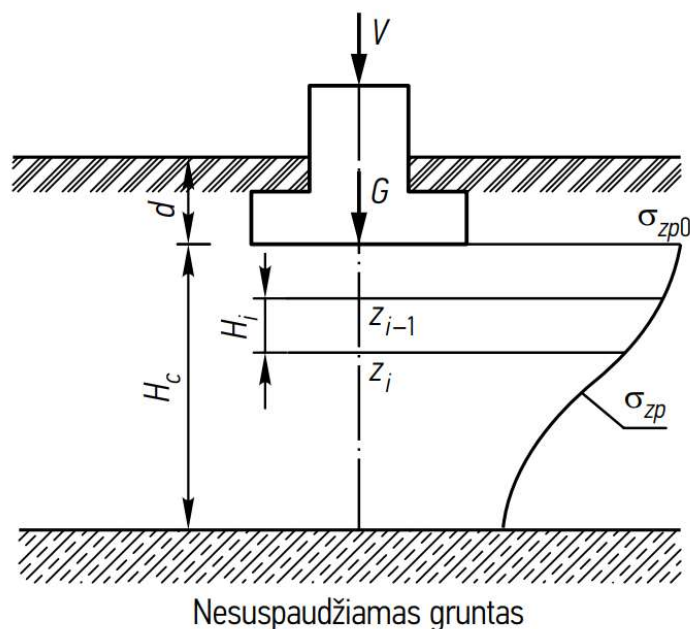
5	1,05	2,10	1,83	1,72
10	1,25	2,58	2,25	2,12

Tampriųjų deformacijų metodo skaičiavimo privalumas yra tai, kad nereikia žinoti deformuojamos zonos storio  $H_c$ , nes teoriškai deformuojasi visas puserdvis.

### 1.4.3. Riboto storio sluoksnio metodas

Šis metodas taikomas tuomet, kai po pamatu slūgsančio suspaudžiamo grunto sluoksnis plonesnis nei pagrindo deformacijų zonos storis arba kuomet pamato matmenys yra dideli (pado plotis, arba skersmuo yra didesni kaip 10 m).

Pagal apibrėžimą, nesuspaudžiamu gruntu (uoliena) vadinamas toks gruntas, kurio tamprumo modulis  $E \geq 100MPa$ .



17 pav. Riboto storio sluoksnio metodo skaičiuojamoji schema[28]

Skaičiuojant šiuo metodu didelių matmenų pamatams, pagrindo deformacijų zonos storis  $H_c$  lygus suspaudžiamo grunto po pamatu sluoksnio storiui [28]:

$$H_c = (H_0 + k_b b) k_a \quad (1.4.3.1)$$

Čia:

$H_0$  – sąlyginis pagrindo deformacijų zonos storis;

$k_b$  – koeficientas ([28] 3.4 lentelė), rodantis pamato pločio įtaką pagrindo deformacijų zonos storiui;

$k_a$  – koeficientas ([28] 3.3 lentelė), kurio įvertinama pagrindui perduodamos apkrovos intensyvumo įtaka pagrindo deformacijų zonos storiui. Jis priklauso nuo vidutinių įtempių po pamato padu  $\delta_{zp0}$  ;



Pagrindo deformacijų zonos storis, kuomet po pamatu yra smėliniai ir moliniai gruntai, apskaičiuojamas pagal sekančią formulę:

$$H_c = H_{c,s} + \frac{\sum_{i=1}^n h_{c,i}}{3} \quad (1.4.3.2)$$

Čia:

$H_{c,s}$  – pagrindo deformacijų zonos storis, apskaičiuojamas pagal 2.3.1 formulę, kuomet pagrindą sudaro tik smėlis;

$\sum_{i=1}^n h_{c,i}$  – molinių gruntų sluoksnių suminis storis pagrindo deformacijų zonos storiuje  $H_c$ , apskaičiuotame pagal 2.3.1 formulę, kuomet pagrindą sudaro tik moliniai gruntai.

Pamato nusėdimas, kuomet suspaudžiamas gruntas po pamatu sudarytas iš keleto sluoksniu, apskaičiuojamas pagal formulę:

$$s = \frac{k_c \delta_{zp0} b}{k_m} \sum_{i=1}^n \frac{k_i - k_{i-1}}{E_i} \quad (1.4.3.3)$$

Čia:

$b$  – stačiakampio pamato plotis arba apskritojo pamato skersmuo;

$\delta_{zp0}$  – vidutinis įtempis po pamato padu;

$n$  – suspaudžiamo grunto po pamatu sluoksnių, kurių tamprumo moduliai skirtingi, skaičius;

$E_i$  – atskirų gruntų sluoksnių tamprumo moduliai;

$k_c$  – koeficientas ([28] 3.5 lentelė) rodo apatinio nesuspaudžiamo grunto sluoksniu įtaką įtempių sklidimui viršutiniame suspaudžiamo grunto sluoksnyje;

$k_m$  – koeficientas, priklausantis nuo suspaudžiamo grunto tamprumo modulio. Kai  $E < 10MPa$ ,  $k_m = 1$ . Kai  $E > 10MPa$ , koeficiento reikšmės priklauso nuo pamato pločio ([28] 3.6 lentelė);

$k_i - k_{i-1}$  – įtempių sklidimo koeficientai, skaičiuojami taškams, kiekvieno sluoksniu apačioje ir viršuje. Vertės pateiktos [28] 3.7 lentelėje.

Kuomet po pamatu turime vienalytį gruntą, tai pamato nusėdimą galime apskaičiuoti pagal formulę:

$$s = \frac{k k_c \delta_{zp0} b}{k_m E} \quad (1.4.3.4)$$

Čia:

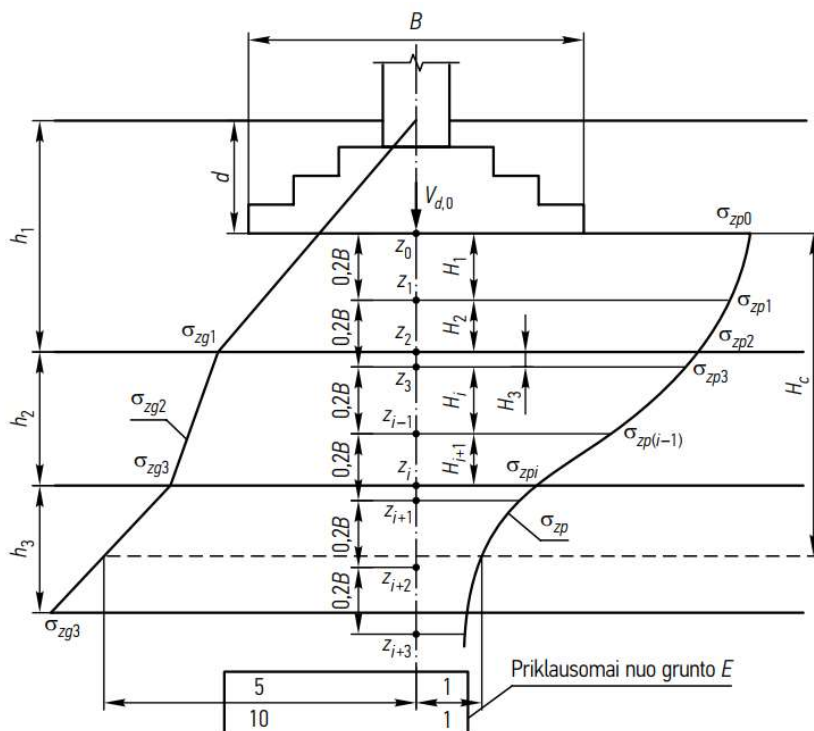
$k$  – įtempių sklidimo koeficientas suspaudžiamo grunto sluoksniu apačioje, gylyje  $z = H_c$  žemiau pamato pado, randamas pagal [28] 3.7 lentelėje.

#### 1.4.4. Sumavimo metodas

Šis metodas taikomas pamatų, kurių pado plotis arba skersmuo ne didesnis nei 10 m, nusėdimui skaičiuoti bet kokiomis geotechninėmis sąlygomis, išskyrus atvejį, kai pagrindo deformacijų zonoje slūgso gruntas, kurio tamprumo modulis  $E \geq 100MPa$ . Sumavimo metodu galima skaičiuoti ir didesnių pamatų, kurių pado plotis ar skersmuo didesnis nei 10 m, jeigu pagrindą sudaro gruntai, kurių tamprumo modulis  $E < 10MPa$  [28].

Skaičiuojant šiuo metodu reikia nustatyti kiek giliai po pamatu deformuojasi gruntas, todėl yra sudaromos dvi grunto įtempių diagramos pamato ašiniame pjūvyje, kaip pavaizduota 18 paveikslėlyje. Šios diagramos sudaromos priklausomai nuo grunto svorio sukeltų įtempių bei nuo papildomų įtempių, sukeltų pamato apkrovos. Šiuo metodu, pamato nusėdimą, galime suskaičiuoti ir tais atvejais, kai turimas gruntas po pamatais yra nevienalytis, sluoksniuotas, kuriu deformacijų moduliai yra skirtingi.

Skaičiuodami šiuo metodu, po pamatu esantį gruntą padaliname į tokius sluoksnelius, kad gaunamos įtempių kitimo kreivės kiekviename sluoksnyje būtų galima laikyti tiese, kaip pavaizduota 18 paveikslėlyje.



18 pav. Sekliojo pamato nusėdimo skaičiavimo sumavimo metodu skaičiuojamoji schema [28]

Šio metodo pamato nusėdimo skaičiavimo tikslumas yra pakankamas, kai po pamatais esantis gruntas sudalinamas į sluoksnelius, kurių storis  $H_i \leq 0,2 * b$ , kur  $b$  – pamato pado plotis.

Įtempių, sukeltų nuo grunto savojo svorio, diagramos ordinatės yra skaičiuojamos kiekvieno grunto sluoksnio apatinėje dalyje. Šie įtempiai, apskaičiuojami pagal formulę:

$$\delta_{zgn} = \delta_{zg(n-1)} + \gamma_{d,n} * h_n \quad (1.4.4.1)$$

Čia:

$\delta_{zgn}, \delta_{zg(n-1)}$  – įtempiai sukelti grunto savojo svorio nuo  $n$  ir  $n - 1$  sluoksnio apačioje;

$\gamma_{d,n}$  –  $n$  sluoksnio grunto skaičiuojamasis svorio tankis;

$h_n$  –  $n$  sluoksnio storis.

Smėlių ir priesmėlių po vandenių svorio tankis imamas atsižvelgiant į vandens atsveriantį poveikį [28], ir apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\gamma_{sb} = \frac{\rho_s - 1}{1 + e} g \quad (1.4.4.2)$$

Čia:

$\gamma_{sb}$  – grunto kietųjų dalelių tankis;

$e$  – grunto poringumo koeficientas;

$g$  – laisvojo kritimo pagreitis.

Papildomus įtempius pamato pado lygyje galime apskaičiuoti pagal formulę:

$$\delta_{zgo} = \delta_{d,0} - \delta_{zgo} = \frac{V_{d,0}}{A} - \gamma'_d * d \quad (1.4.4.3)$$

Čia:

$\delta_{zgo}$  – įtempiai nuo grunto pamato pado lygyje;

$\delta_{d,0}$  – įtempiai po pamato padu;

$V_{d,0}$  – didžiausia iš visų aprkavimo varianų skaičiuojamoji ašinė jėga pamato pado lygyje;

$A$  – pamato pado plotas;

$\gamma'_d$  – grunto virš pamato pado lygii svorio tankio skaičiuotinė vertė, įvertinus vandens atsveriantį poveikį;

$d$  – pamato gylis.

Kuomet pamato plotis  $b > 10 m$ , papildomi įtempiai pamato pado lygyje apskaičiuojami pagal formulę:

$$\delta_{zpo} = \frac{V_{d,0}}{A} \quad (1.4.4.4)$$

Papildomų įtempių epiūrai sudaryti gruntas po pamatu dalijamas į 0,2b storio sluoksnelius. Jeigu tame storyje keičiasi tamprumo modulis ar kitos grunto charakteristikos, tada jis dalijamas į papildomus sluoksnelius [28] kaip parodyta 18 paveikslėlyje.

Papildomus įtempius galime apskaičiuoti pagal formulę:

$$\delta_{zp} = k * \delta_{zpo} \quad (1.4.4.5)$$

Čia:

$k$  – įtempių sklidimo koeficientas, randamas [28] 3.8 lentelėje.

Šiuo metodu skaičiuojama iki tokio grunto sluoksnio dalies (gylis), kuriame tenkinamos sąlygos:

- $\delta_{zp} = 0.2\delta_{zg}$ , kai šio grunto sluoksnio gylis grunto tamprumo modulis yra  $\geq 10MPa$ ;
- $\delta_{zp} = 0.1\delta_{zg}$ , kai šio grunto sluoksnio gylis grunto tamprumo modulis yra  $< 5MPa$ .

Kiekvieno sluoksnelio suspaudimą galime apskaičiuoti rasdami vidutinius papildomus įtempius sluoksnyje:

$$s_i = \frac{(\delta_{zp(i-1)} + \delta_{zpi}) H_i}{2 E_i} \quad (1.4.4.6)$$

Čia :

$H_i$  – sluoksnelio storis;

$E_i$  – sluoksnelio tamprumo modulis;

$\delta_{zp(i-1)}, \delta_{zpi}$  – papildomi grunto įtempiai nuo pastato apkrovos sluoksnelio viršuje ir apačioje.

Bendras pamato nusėdimas apskaičiuojamas susumavus atskirtų sluoksnelių suspaudimus per visą deformuojamo pagrindo storį. Apskaičiuojami pagal sekančią formulę:

$$s = 0.8 \sum_{i=1}^n s_i \quad (1.4.4.7)$$

Čia:

0.8 yra bedimensinis dydis, priimamas dėl supaprastintos skaičiuojamosios schemos.

#### 1.4.5. Šmertmano metodas

Šis nuosėdžių skaičiavimo metodas pasiūlytas Šmertmano (1970), tinka pamatams, įrengtiems rupiuose gruntuose. Šiame metode grunto tamprumo modulis  $E'$  yra nustatomas žinant grunto kūginį stiprį, ir apskaičiuojamas pagal formules:

Simetrinės formos (apskritimo formos ir kvadratinų) pamatų:

$$E' = 2,5q_c \quad (1.4.5.1)$$

Juostinių (stačiakampių) pamatų:

$$E' = 3,5q_c \quad (1.4.5.2)$$

Kuomet turimas gruntas po pamatų yra vienalytis, tai pamato nuosėdis sukeltas pamato papildomo slėgio  $\delta_{zp0}$  yra apskaičiuojamas pagal sekančias formules:

$$s = \frac{C_1 C_2}{C_3} \delta_{zp0} \int_0^z \frac{I_{zp}}{E'} dz \quad (1.4.5.3)$$

$$C_1 = 1 - 0,5 \left( \frac{\delta_{zg0}}{\delta_{zp0}} \right) \quad (1.4.5.4)$$

$$C_2 = 1,2 + 0,2 lgt \quad (1.4.5.5)$$

Čia:

$\delta_{zg0}$  – efektyvusis vertikalusis įtempis nuo grunto svorio pamato pado lygyje;

$t$  – laikas, matuojamas metais;

$C_3$  – koregavimo faktorius, atsižvelgiant į sekliojo pamato pado formą (1,25- esant kvadratiniais pamatams ir 1,75 esant juostiniams pamatams, kuomet  $L > 10B$ );

$I_{zp}$  – vertikaliosios deformacijos įtakos faktorius;

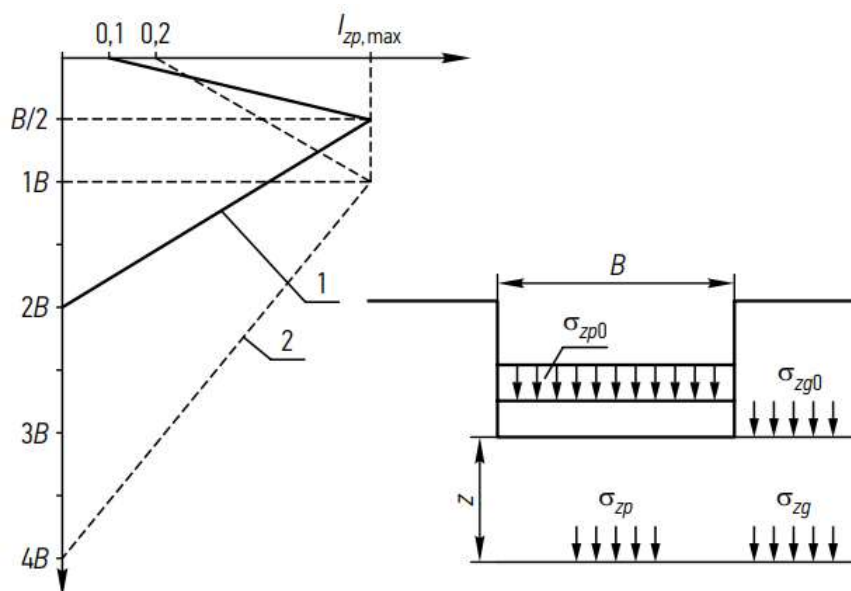
Vertikaliosios deformacijos įtakos koeficientas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$I_{zp,max} = 0,5 + 0,1 \sqrt{\frac{\delta_{zp0}}{\delta_{zg}}} \quad (1.4.5.6)$$

Čia:

$\delta_{zp0}$  – papildomi įtempiai pamato pado lygyje;

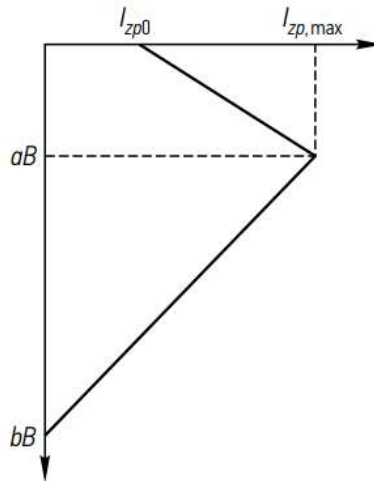
$\delta_{zg}$  – grunto įtempiai gylyje  $z$ , kuriame vertikaliosios deformacijos faktorius lygus  $I_{zp,max}$ .



19 pav. Deformacijos įtakos faktoriaus diagramos: 1-simetrinio pamato  $L/B=1$ ; 2- juostinio pamato  $L/B>10$ ,  $z$ -gylys, kuriame  $I_{zp} = I_{zp,max}$  [28].

Kaip matome iš 19 paveikslėlio deformacijų įtakos faktorius apskritiesiems ir kvadratiniais pamatams kinta pagal tiesinę priklausomybę nuo 0,1 pamato pado lygyje iki  $B/2$  ir  $2B$  gylyje (matuojama nuo pamato pado lygio) šis faktorius sumažėja iki 0 reikšmės. Kalbant apie juostinius pamatus tai šiuo atveju deformacijų faktorius turi tiesinę priklausomybę nuo 0,2 pamato pado lygyje iki kol pasiekama reikšmė  $I_{zp,max}$ , toliau nuo šios reikšmės,  $B$  gylyje, kinta iki  $4B$  gylio, kol pasiekama 0 reikšmė.

Skaičiuojant pamato nusėdimus, kuomet turimas gruntas po pamatu yra sluoksniuotas, turime šį gruntą suskirstyti į sluoksnelius, kuriuose yra pastovūs grunto tamprumo moduliai. Šiuo atveju deformacijų įtakos faktorius nuo gylio turi tiesinę priklausomybę.



20 pav. Deformacijų įtakos faktoriaus diagrama, kai  $1 \leq L/B \leq 10$  [28]

$$s = \frac{C_1 * C_2}{2} (\delta_{zp0} - \delta_{zg0}) * \sum_{i=1}^n \frac{I_{zp,i} * \Delta h_i}{E'_i} \quad (1.4.5.7)$$

Čia:

$I_{zp,i}$  – deformacijų įtakos faktoriaus reikšmė viduriniame sluoksnelio taške;

$\Delta h_i$  – sluoksnelio storis;

$E'_i$  – sluoksnelio tamprumo modulis.

#### 1.4.6. Nuosėdžiai dėl konsolidacijos

Pamato nuosėdžiai dėl konsolidacijos atsiranda tuomet kai molinguose ir dulkinguose vandeniū prisotintuose gruntuose iš esančių porų, dėl padidėjusio porinio slėgio, yra išspaudžiamas vanduo. Šie nuosėdžiai kinta laikui bėgant. Jų skaičiavimui yra priimama prielaida, kad gruntas suvaržytomis sąlygomis gali deformuotis tik viena kryptimi. Šie nuosėdžiai bet kuriuo laiko momentu nuo apkrovos pridėjimo vietos apskaičiuojami pagal formulę:

$$s_t = U * s_c \quad (1.4.6.1)$$

Čia:

$U$  – konsolidacijos laipsnis;

$s_c$  – nuosėdžiai pasibaigus konsolidacijos procesui.

Nuosėdžiai, pasibaigę konsolidacijos procesui apskaičiuojami pagal formulę:

$$s_c = \frac{C_c d}{1 + e_0} \lg \left( \frac{\delta'_1}{\delta'_0} \right) \quad (1.4.6.2)$$

Čia:

$C_c$  – kompresijos rodiklis;

$d$  – konsoliduojamo sluoksnio storis;  
 $\delta'_1, \delta'_0$  – efektyvieji įtempiai po apkrovimo;  
 $e_0$  – pradinis poringumo koeficientas esant efektyviems įtempiams  $\delta'_1, \delta'_0$  po apkrovimo.

Vienašės konsolidacijos teorija, pasiūlyta Terzagžio (1925) grindžiama šiomis prielaidomis [28]:

- Suspaudžiamo grunto sluoksnis laikomas vienalyčiu;
- Grunto sluoksnis visiškai prisotintas vandeniu;
- Gruntas deformuojasi tik vertikaliai ir deformacijos yra labai mažos;
- Porinis vanduo teka tik viena vertikalia kryptimi drenuojančių sluoksnių link slegiamo grunto viršuje ir (arba) apačioje;
- Išorinė apkrova pridedama akimirksniu ir nekinta laikui bėgant;
- Slegiamo grunto laidumo vandeniui koeficientas lieka pastovus nepaisant įtempių dydžio ir gylio.

Šis procesas yra apkrašomas sekančia lygtimi:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = c_v \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \quad (1.4.6.3)$$

Čia:

$u$  –porinis slėgis;

$c_v$  –konsolidacijos koeficientas ( $m^2/s$ ).

Konsolidacijos koeficientas, kuomet gruntas deformuojasi tik viena kryptimi, apskaičiuojamas pagal formulę:

$$c_v = \frac{k}{m_v \gamma_w} \quad (1.4.6.4)$$

Čia:

$k$  – grunto laidumo vandeniui koeficientas,  $m/s$ ;

$m_v$  – tūrinis grunto spūdos koeficientas,  $kPa^{-1}$ ;

$\gamma_w$  – vandens svorio tankis,  $kN/m^3$ .

#### 1.4.7. Pamato nusėdimas nuo gretimų pamatų apkrovos

Kadangi daugeliu atveju pastato laikančiųjų konstrukcijų pamatai išdėstyti greta vienas kito, tai per kiekvieną pamatą perduodamos pastato atraminės reakcijos sukelia įtempius ir deformacijas ir po šalia esančių pamatų gruntu. Norėdami apskaičiuoti šiuos nusėdimus, turime apskaičiuoti įtempius skaičiuojamojo pamato ašiniame pjūvyje nuo šalia esančio pamato apkrovos. Šiam uždaviniui išspręsti yra taikomas kampinių taškų metodas, kuris daugiausiai tinka pamatams, esantiems stačiakampio formos, arba tokios formos, kad pamato padą galėtume sudalinti į stačiakampius. Šio

metodo pagrindimo dėsnis yra tai, kad grunto įtempimas po pamatu, esantis gylyje  $z$  po stačiakampio pamato kampų yra lygus  $0,25$  įtempimo po to pamato centru dvigubai mažesniame gylyje.

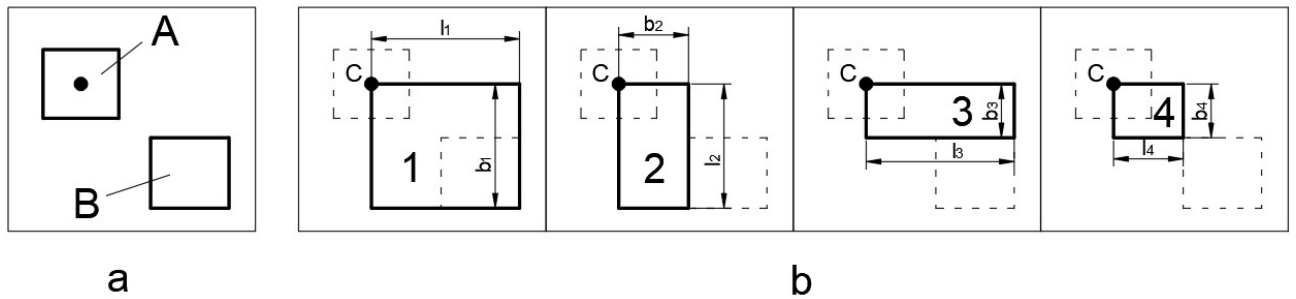
Šie papildomi grunto įtempimai apskaičiuojami pagal sekančią formulę:

$$\delta_{zpk} = 0,25k_1\delta_{zp0} \quad (1.4.7.1)$$

Čia:

$k_1$  – įtempių sklaidimo koeficientas, randamas pagal 1 lentelę.

Šio metodo skaičiavimams yra naudojami fiktyvus pamatai, kurie pasirenkami taip, kad turėtų bendrą kampą taške  $C$ , per kurį einančioje vertikalioje projekcijoje norime rasti įtempimus, kaip pavaizduota 21 paveikslėlyje.



21 pav. Įtempių esančių grunte nuo gretimo pamato apkrovos skaičiuojamoji schema [2]

Įtempiai, esantis nuo gretimo pamato sukeltos apkrovos taške  $C$ , esančiame bet kokiame gylyje  $z$ , apskaičiuojami pagal sekančią formulę:

$$\delta_{zpc} = \sum_{i=1}^n \delta_{zпки} \quad (1.4.7.2)$$

Čia:

$n$  – skaičiuojamoje schemoje esančių fiktyvių pamatų skaičius;

$\delta_{zпки}$  – grunto įtempimas po kiekvieno fiktyvaus pamato kampų, gylyje  $z$ .

Šio skaičiavimo principas yra tai, kad kaip parodyta 21 paveikslėlyje, skaičiuojamas pamato  $A$  nusėdimas nuo šalia esančio pamato  $B$  sukeltos apkrovos. Norėdami apskaičiuoti papildomus įtempimus, esančius pamato  $A$  ašiniame pjūvyje, panaudojami keturi fiktyvus pamatai. Šie pamatai išdėlioti taip, kad kiekvieno iš jų vienas kampas būtų taške  $C$ . Tuomet, įtempimas taške  $C$ , esančiame bet kuriame gylyje  $z$ , nuo gretimo pamato  $B$  sukeltos apkrovos yra lygus algebrinei kampinių įtempių esančių po visais fiktyvių pamatų kampais, tame pačiame gylyje, sumai:

$$\delta_{zpc} = \delta_{kzp1} + \delta_{kzp2} + \delta_{kzp3} + \delta_{kzp4} \quad (1.4.7.3)$$

Kai apskaičiuojame grunto įtempius nuo visų gretimų, turinčių įtakos skaičiuojamojo pamato nusėdimui, apskaičiuojami suminiai papildomi įtempimai  $\delta_{zps}$  skaičiuojamojo pamato ašinio pjūvio taškuose, esančiuose įvairiame gylyje  $z$ , žemiau pamato:



$$\delta_{zps} = \delta_{zp} + \sum_{j=1}^k \delta_{zpcj} \quad (1.4.7.4)$$

Čia:

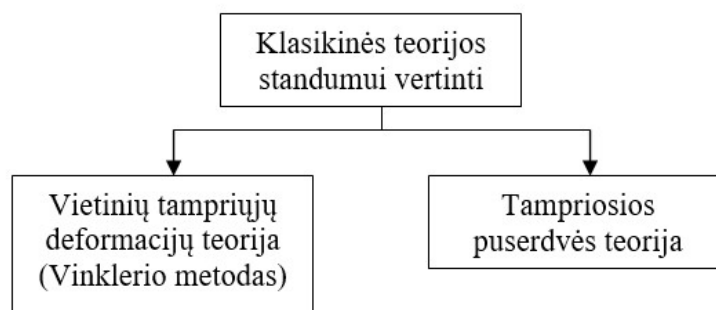
$\delta_{zp}$  – papildomas įtempimas nuo skaičiuojamojo pamato apkrovos;

$\delta_{zpcj}$  – papildomas įtempimas nuo gretimo pamato skaičiuojamosios apkrovos;

$k$  – gretimų pamatų, turinčių įtakos skaičiuojamojo pamato.

## 1.5. Pagrindo standumo įvertinimo metodologija

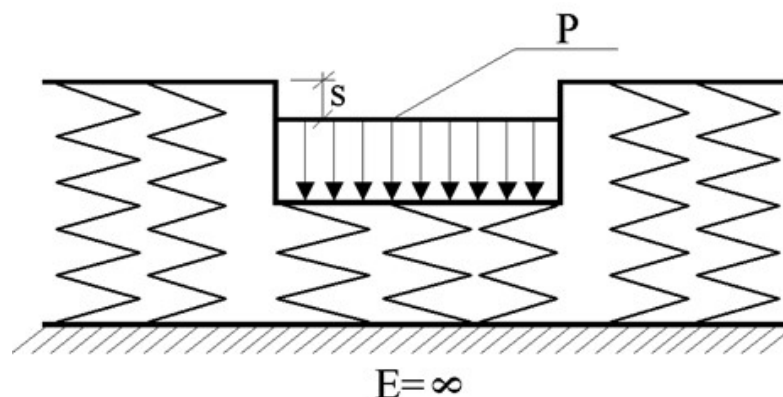
Grunto standumo klasikinė teorija apjungia vietinę tampriųjų deformacijų teorija (Vinklerio metodas) ir tampriosios puserdvės teorija.



22 pav. Grunto standumo įvertinimo metodai

### 1.5.1. Vietinių tampriųjų deformacijų teorija (Vinklerio metodas)

Šią teoriją XIX a. Pabaigoje sukūrė E. Vinkleris ir H. Cimermanas. Pagal Vinklerio teoriją grunto įtempiai kinta tiesiškai, priklausomai nuo jo deformacijų ir priimama prielaidą, kad gruntas gali deformuotis tik po pamatu, t. y. grunto įtempiai neperduodami šalia pamato esantiems grunto sluoksniams.



pav. 23 pav. Grunto deformavimosi schema nuo išskirstyto krūvio pagal Vinklerio metodą [28]

Pagrindo standumo modulis apibūdina pagrindo deformatyvumą veikiant apkrovai per tam tikrą plotą [2]. Teoriniais ir eksperimentiniais tyrimais yra įrodyta, kad grunto standumo modulis, tam

pačiam gruntui yra skirtingas, ir turi priklausomybę nuo pamato standumo, dydžio, formos. Todėl tas pats gruntas, vienam pamato tipui gali būti tinkamas, kitam per silpnas.

Pagrindo standumas tam tikrame gylyje gali būti apskaičiuojamas taikant analitines pagrindo deformacijų ir įtempių sąryšio lygtis. Šio modulio nustatymui dažnai taikomos koreliacinės priklausomybės pagal kūginį grunto stiprį  $q_c$ , gautą kuginės penetracijos bandymu (CPT) [28].

Pagrindo standumo modulį galime apskaičiuoti pagal formulę:

$$k_s = \frac{P}{s} \quad (1.5.1.1)$$

Čia:

$P$  – slėgis, tenkantis pamatui,  $kN/m^2$ ;

$s$  – pamato nusėdimas,  $m$ .

Pagal šią teoriją, kontaktiniai įtempiai taške apskaičiuojami pagal formulę:

$$\delta_k = k_s * s \quad (1.5.1.2)$$

Čia:

$k_s$  – pagrindo standumo modulis,  $kN/m^3$ ;

$s$  – pamato nuosėdis.

Analitinę standumo modulio vertę galima apskaičiuoti pagal 1.5.1.1 formulę pamato nuosėdžiams ant tampriojo pagrindo skaičiuoti. Pagrindo deformavimas aprašomas tamprumo moduliu  $E$  ir skersinių deformacijų koeficientu  $\nu$  [28]. Grunto standumo modulis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$k_s = \frac{\delta_k}{s} = \frac{E}{\omega * b * (1 - \nu^2)} \quad (1.5.1.3)$$

Čia:

$b$  – pamato matmuo;

$\omega$  – koeficientas, įvertinantis pamato formą ir standumą [1] 3.2 lentelė.

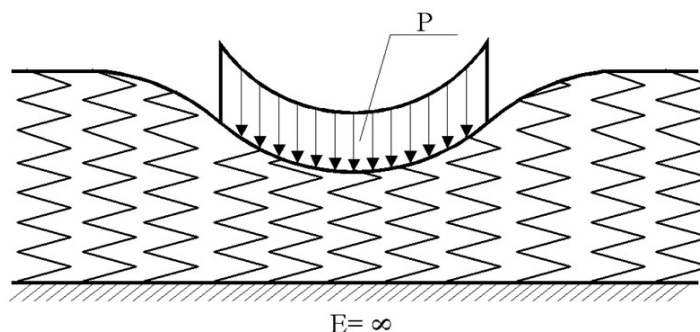
Šio metodo trūkumas tai, kad realybėje grunto įtempiai sklinda ne tik ties pamato kontūro ribomis, bet ir už jų, ko neįvertina Vinklerio metodas. Šį metodą rekomenduotina taikyti kuomet skaičiuojama liauna pamato sija, atremta ant deformatyvaus grunto, kurio  $E \leq 5MPa$ , o veikiančios aprkovo yra palyginus didelės.

Šis metodas, nepaisant jo trūkumų dėl to, kad standumo modulis yra priimamas kaip nuolatinis dydis, yra plačiai taikomas skaičiuojant juostinius pamatus bei plokštes.

Skaičiuojant šiuo metodu, gaunami gana tikslūs rezultatai, jeigu nustatant pagrindo standumo koeficientą yra įvertinamas pakrovos perdavimo plotas ir vidutinio įtempio po pamato padu dydis [28]

### 1.5.2. Tampriosios puserdvės teorija

Pagal šią teoriją, pamatinė sija arba plokštė guli ant vienalyčio tampriojo arba tiesiškai deformuojamo begalinio puserdvio paviršiaus, 24 paveikslėlis.



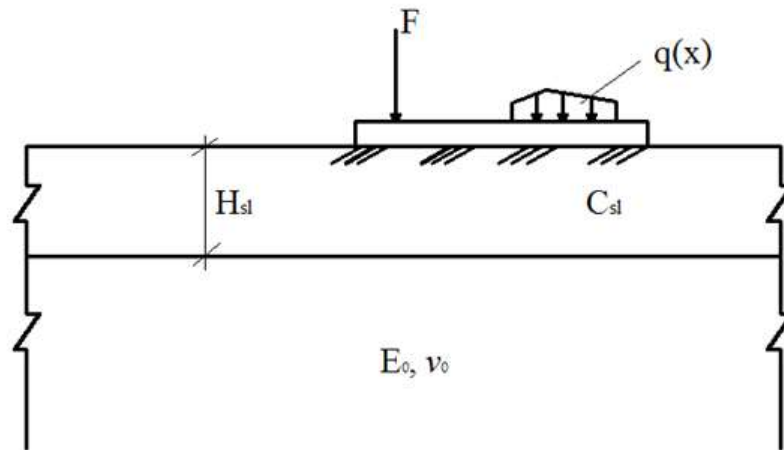
24 pav. Tampriosios puserdvės metodo skaičiuojamoji schema [28]

Vienalyčio tiesiškai deformuojamo puserdvio deformacinės savybės charakterizuoja tamprumo modulis  $E$  ir Puasono koeficientai  $\nu$  [28]. Remiantis šią teorija, grunto įtempiai ir deformacijos sklinda ir už pamato vertikaliųjų projekcijų ribų bei deformuojamasis gruntas, tiksliau jo paviršius, įlinksta pagal tampriojo įlinkio kreivę.

Pagrindinis rodiklis, skaičiuojant tampriosios puserdvės metodu yra pagrindo tamprumo modulis, kadangi nuo jo priklauso grunto deformacijos. Daroma prielaida, jog tamprumo modulis nekinta, yra tik teoriniame lygmenyje, kadangi realybėje, turint net ir pakankamai storą, vienodo sluoksnio gruntą, jo tamprumo modulis esant vis didesniame gylyje didėja, kadangi kuo gruntas yra giliau, tuo jis yra tankesnis. Šios teorijos daroma prielaida, kad deformuojasi visas gruntas, taip pat neatitinka realybės sąlygų, kadangi realiai grunto deformacijos einant gilyn ir tolstant nuo pamato gęsta greičiau, nei kad rodo tamprumo teorijos sprendiniai. Taip pat, pagal šią teoriją, susidarę kontaktiniai įtempimai, esantys ties pamato kraštais, gaunami be galo dideli, ko realybėje nėra.

### 1.5.3. Proporcingai deformuojamo grunto standumas

Ši teorija remiasi prielaida, kad gilesniuose gruntuose, jų vertikaliųjų poslinkių dydis mažėja, todėl galima rasti kokiam gylyje šlytis tarp grunto dalelių išnyksta. Šis gylis vadinamas baigtinio sluoksnio storiu, rekomenduotina šį sluoksnį priimti  $H_{sl} = 1/4b$ , kur  $b$  – pamato pado plotis.



25 pav. Baigtinio grunto sluoksnio storio pagrindo standumo įvertinimo schema [28]

Remiantis šiuo metodu, grunto standumas gali būti apskaičiuojamas šiomis formulėmis:

$$k_s = \frac{E}{(1 - \nu^2)H_{sl}} \quad (1.5.3.1)$$

$$k_s = \frac{(1 - \nu)E}{(1 + \nu)(1 - 2\nu)H_{sl}} \quad (1.5.3.2)$$

Čia:

$\nu$  – Puasono koeficientas;

$E$  – Grunto tamprumo modulis;

$H_{sl}$  – baigtinio grunto sluoksnio storis.

Skaičiuojant pagal 1.5.3.1 formulę, daroma prielaida, kad baigtinio sluoksnio storio gruntas gali deformuotis standesnio pagrindo atžvilgiu, o formulėje 1.5.3.2 yra įvertinama, kad horizontalieji poslinkiai kontakte su standesniojo grunto paviršiumi negalimi.

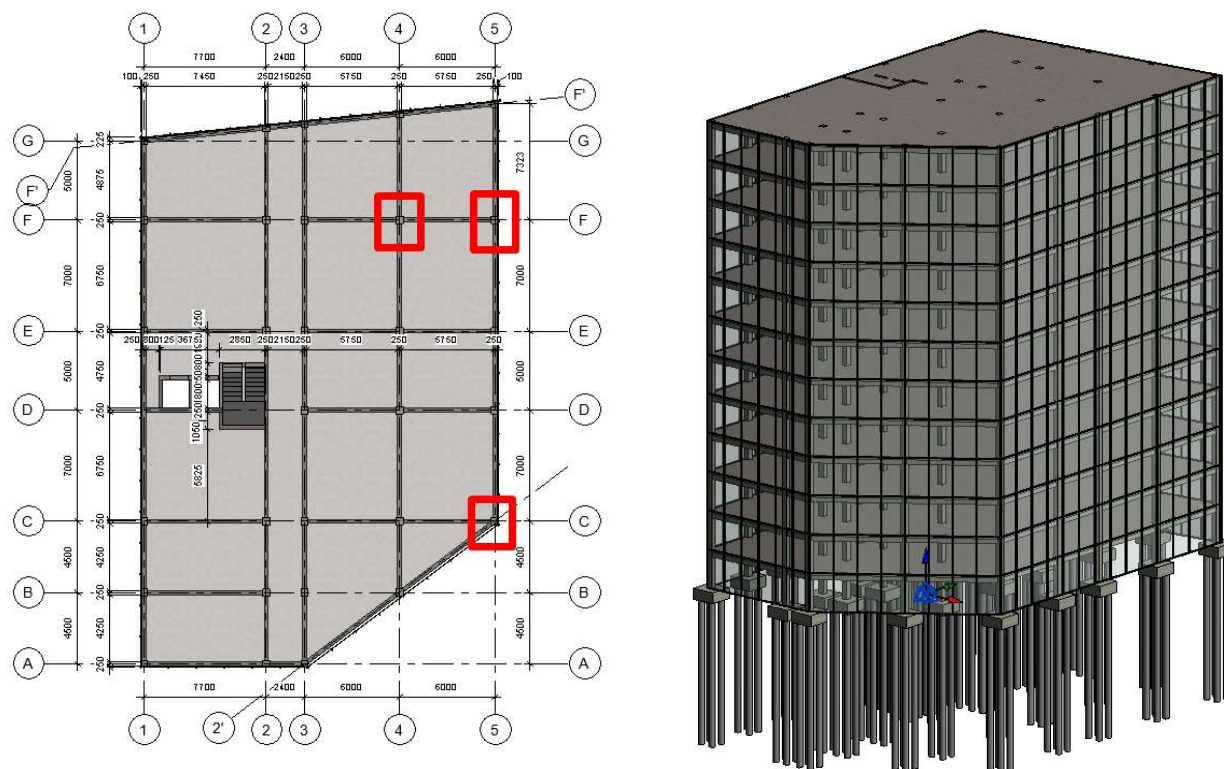
## 1.6. Literatūros apžvalgos išvados

1. Netolygaus pamato sėdimo sukelta žala pastatui gali būti kritinė, kadangi dėl vidinių jėgų persiskirstymo konstrukcijos elementuose, priklausomai nuo nusėdimo dydžio ir paveiktos atramos vietos, yra viršijami tinkamumo ir (arba) saugos ribiniai būviai.
2. Netolygaus pamato sėdimo sukeltus pažeidimus galima analizuoti trejais metodais: eksperimentiniu, inžineriniu bei skaitmeninio modeliavimo, kur pastarasis pateikia tiksliausius rezultatus, pagal kuriuos galima įvertinti kokia žala padarytą pastato konstrukciniams elementams ir ar toks pastatas yra saugus eksploatuoti.
3. Pamato nuosėdžio skaičiavimų metodų ir pagrindo standumo įvertinimo metodologijų įvairovė parodo, kad priklausomai nuo pasirinktųjų skaičiavimo gairių yra skirtingai įvertinami pamatų nuosėdžiai, kas gali sukelti nenumatytą įrašų persiskirstymą pastato konstrukcijose.

## 2. Skaičiavimai

### 2.1. Įžanga

Siekiant iširti pastato reakciją į netolygų pamatų sėdimą suprojektuotas 12-os aukštų gelžbetoninis pastatas. Projektuojamo pastato 3D vaizdas ir aukšto geometrinis planas pateiktas 26 paveikslėlyje. Raudonai pažymėtos vietos, kuriuose skirtingu metu užsiduodamas vertikalus 20 mm pamato nusėdimas. Nusėdimo vietos pasirinktos pagal didžiausias atramines reakcijas pastato vidurinėse, kraštinėse ir kampinėse kolonose.

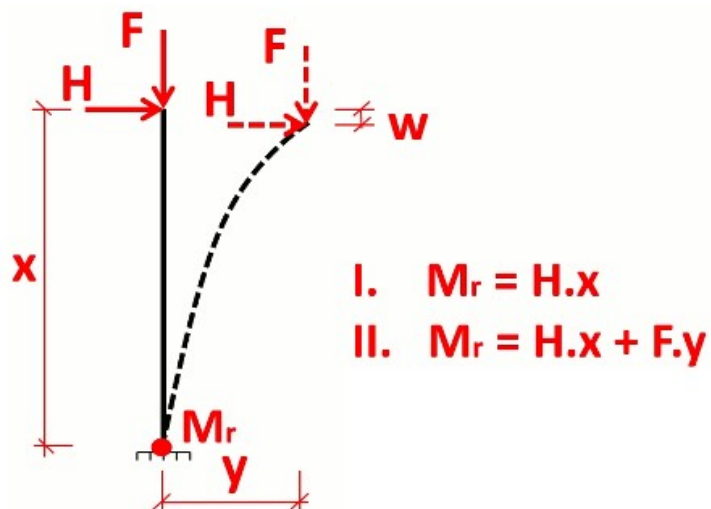


26 pav. Gelžbetoninio pastato 3D vaizdas ir aukšto planas

Pirmajame etape optimizuojamos gelžbetonio pastato laikančiosios konstrukcijos, siekiant nustatyti kokią įtaką joms turės netolygus pamato sėdimas. Antruoju etapu, pažymėtose kolonose atskirai bus užsiduodamas 20 mm vertikalus poslinkis ir analizuojami vidinių jėgų persiskirstymai kolonose ir sijose.

### 2.2. Gelžbetoninio pastato projektavimas

Dvylikaaukštis pastatas projektuotas „SCIA engineer“ baigtinių elementų programoje pagal STR 2.05.04:2003 „POVEIKIAI IR APKROVOS“ pateiktus apkrovų derinių koeficientus. Pastato skaičiuojamoji schema: kolonų – pamatų ir kolonų – sijų įtvirtinimai standūs, perdanga-monolitinė. Skaičiuojamasis modelis analizuojamas atsižvelgiant į geometrinę netiesiškumo analizę, kuomet įvertinami 2-os eilės pusiausvyros sąlygos, kaip pavaizduota 27 paveikslėlyje.



27 pav. Geometrinis netiesiškumas. 2-os eilės pusiausvyros sąlygos.

Taikant geometrinio netiesiškumo analizę atsižvelgiama į ašinės jėgos įtaką lenkimo standumui ir papildomus momentus, atsirandančius dėl konstrukcijos elementų deformacijų (P-Δ efektas).

Klimatinių sąlygų reikšmės, naudotos projekto rengimo metu pateiktos 2 lentelėje.

2 lentelė. Klimatinės sąlygos

Eil. Nr.	Pavadinimas	Dydis	Mato vnt.
1.	Sniego apkrova, I sniego apkrovos rajonas	160	kg/m <sup>2</sup>
2.	Vėjo ataskaitinis greitis, I vėjo greičio rajonas	24	m/s

### Poveikių deriniai

#### Saugos ribiniai būviai

EQU (konstrukcijos statinės pusiausvyros netekimas) ribinis būvis yra tikrinamas pagal formulę:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_p P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (3.2.1)$$

taikant LST EN 1990 A priedo A1.2(A) lentelės koeficientus.

STR (konstrukcijų arba konstrukcinio elemento irimas arba pernelyg didelės deformacijos) ribinis būvis yra tikrinamas pagal alternatyvųjį variantą pagal formules:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_p P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}, \\ \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_p P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}; \end{array} \right. \quad (3.2.1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_p P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}, \\ \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_p P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}; \end{array} \right. \quad (3.2.2)$$

taikant LST EN 1990 A priedo A1.2(B) lentelės koeficientus.

#### Tinkamumo ribiniai būviai

Gelžbetoninių konstrukcijų pleišėjimas tikrinamas pagal charakteristinį derinį:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (3.2.3)$$

Konstrukcijų vertikalūs įlinkiai ir horizontalūs poslinkiai tikrinami pagal dažninį derinį:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (3.2.4)$$

Gelžbetoninių konstrukcijų valkšnumo charakteristikos, kiti ilgalaikiai efektai ir konstrukcijų ilgalaikiai įlinkiai tikrinami pagal tariamai nuolatinį derinį:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (3.2.5)$$

### Projektuojamo pastato apkrovos

3 lentelė. Nuolatinių apkrovų reikšmės

Eil. Nr.	Pavadinimas	Charakteristinė apkrova, kN/m <sup>2</sup>	Poveikio dalinis koeficientas (nepalankus) $\gamma_{sup}$	Poveikio dalinis koeficientas (palankus) $\gamma_{inf}$
1.	Lubų ir grindų detalės + inž. sistemos	2,00	1,35	1,0
2.	Stogo detalė	0,80	1,35	1,0
3.	Fasado apkrova	1,20	1,35	1,0
4.	Kintama naudojimo apkrova ant stogo	0,50	1,30	1,0
5.	Kintama naudojimo apkrova ant perdangų + kintama pertvarų apkrova	2,30	1,30	1,0

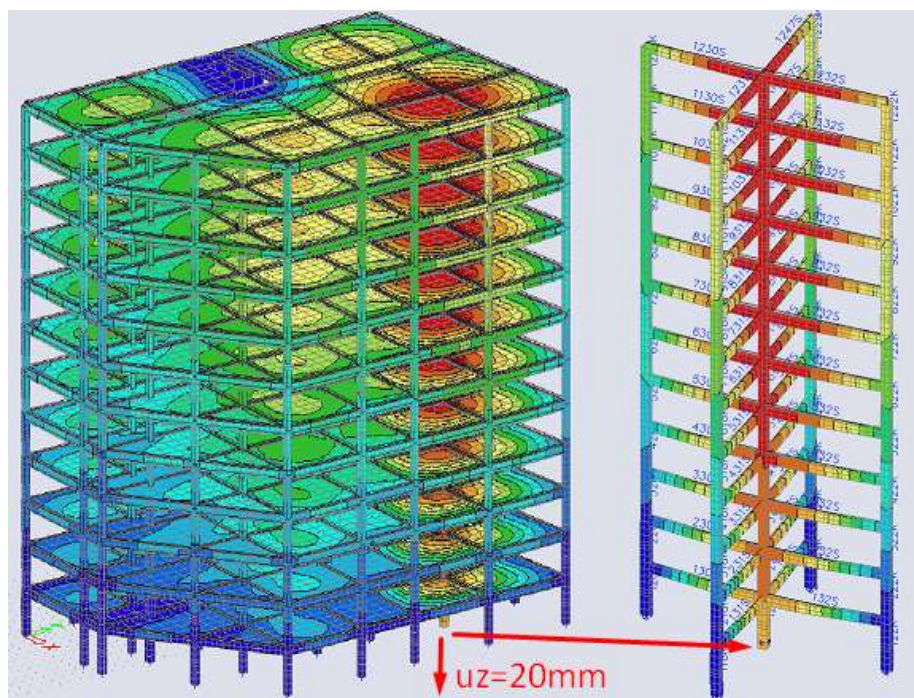
Vėjo sukeltos apkrovos įvertinamos „SCIA engineer“ programoje naudojantis *3D Wind Generator* funkcija.

Optimizuoti skaičiuojamojo modelio skerspjūviai pateikiami 1 priede.

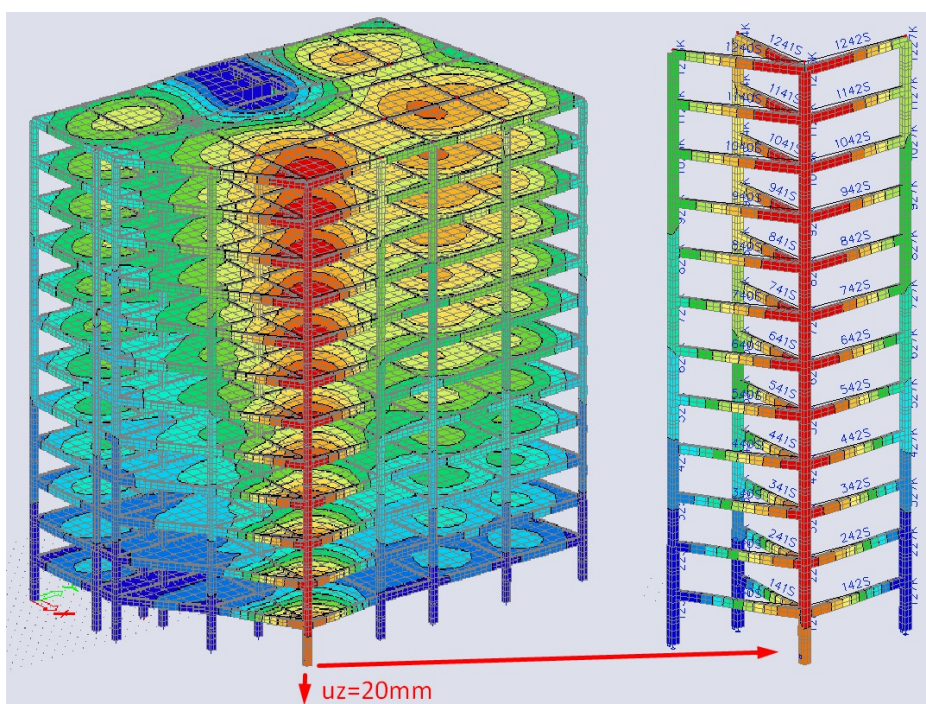
### 3. Tyrimo rezultatai

#### 3.1. Tyrimo metodologija

Siekiant nustatyti įrašų persiskirstymą dėl netolygaus pamato sėdimo buvo imituojami trijų atskirų pamatų vertikalieji poslinkiai. Sėdančiųjų pamatų vietos pasirinktos pagal didžiausias kolonų atramines reakcijas pasato viduryje, kampe ir krašte. Įrašų persiskirstymas analizuojamas su sėdančiąją koloną susijusiuose elementuose, kaip pavaizduota 28, 29 ir 30 paveikslėliuose.

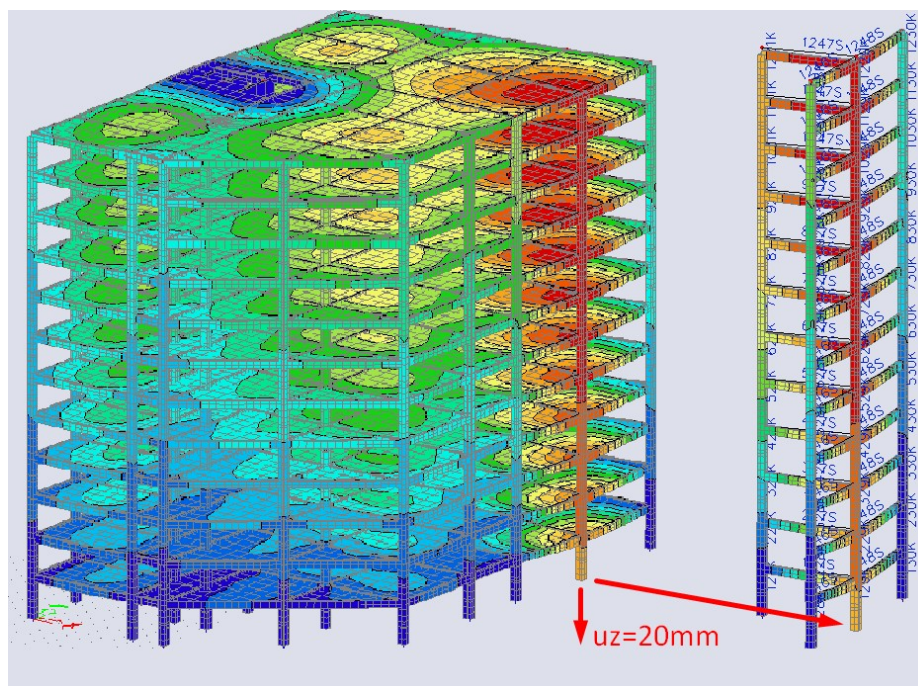


28 pav. Vidurinės kolonos sėdimo imitavimas ir gretimų elementų įrašų persiskirstymo analizei pateikimas



29 pav. Kampinės kolonos sėdimo imitavimas ir gretimų elementų įrašų persiskirstymo analizei pateikimas



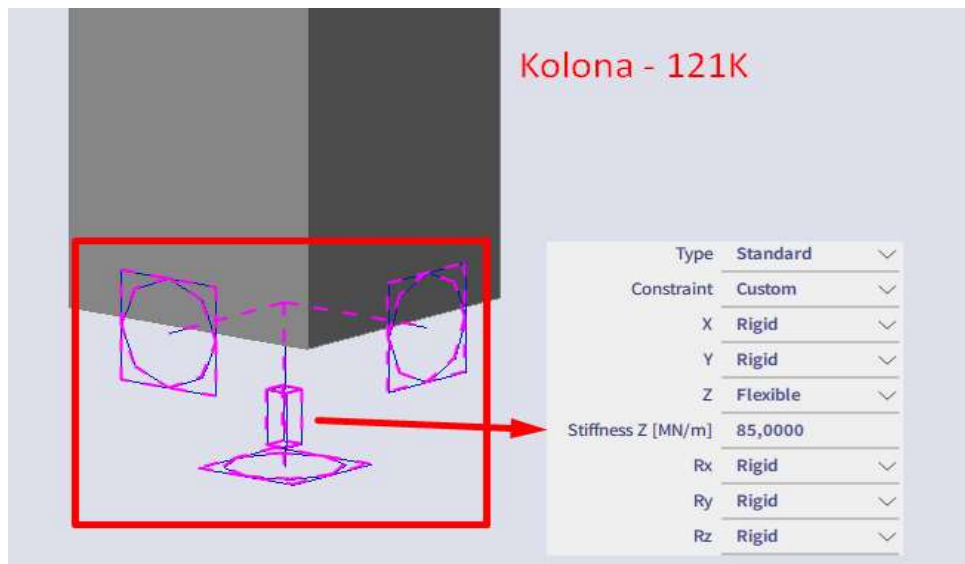


30 pav. Kraštinės kolonos sėdimo imitavimas ir gretimų elementų įrašų persiskirstymo analizei pateikimas

Pamato vertikaliojo sėdimo dydis įrašų persiskirstymo stebėjimui šiame darbe pasirinktas 20 mm, kadangi ACI (angl. *American Concrete Institution*) rekomenduoja, kad atskirieji kolonų vertikalieji poslinkiai neturėtų viršyti 0.75 colio (19.05 mm). Pamato vertikalusis poslinkis programoje imituojamas aprašant „spyruoklinį“ kolonos įtvirtinimą, kuomet užduodamas atitinkamas įtvirtinimo standumas „z“ kryptimi.

4 lentelė. Sėdimą imituojančių kolonų įtvirtinimo standumai.

Eil. Nr.	Elemento pavadinimas	Maksimali kolonos atraminė reakcija nuo S.R.B. derinio, MN	Imituojamas vertikaliojo nusėdimo dydis, m	Įtvirtinimo standumas „Z“ kryptimi, MN/m
Vidurinė kolona				
1	121K	6,79	0,02	<b>85</b>
Kampinė kolona				
2	126K	3,57	0,02	<b>46</b>
Kraštinė kolona				
3	129K	4,61	0,02	<b>77</b>

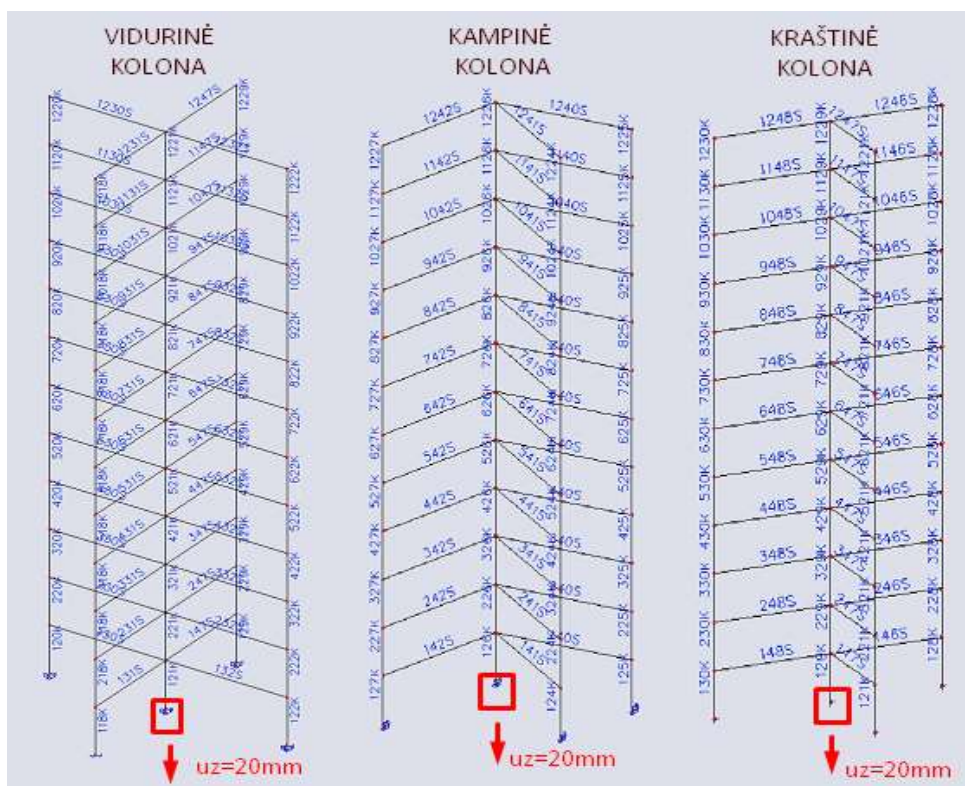


31 pav. Sėdančiosios kolonos įtvirtinimo „Z“ kryptimi standumo aprašymas

Įrašų persiskirstymas analizuojamas su sėdančiąją koloną susijusiuose elementuose. Vidinės jėgos elementuose bei jų išnaudojimas pateikiamas nuo saugos ribinio būvio maksimalaus derinio.

### 3.2. Įrašų persiskirstymai dėl netolygaus pamato sėdimo

Šiame darbe įrašų persiskirstymas analizuojamas elementuose, kurie yra susiję su netolygų pamato sėdimą imituojančia kolona, kaip pavaizduota 32 paveikslėlyje.

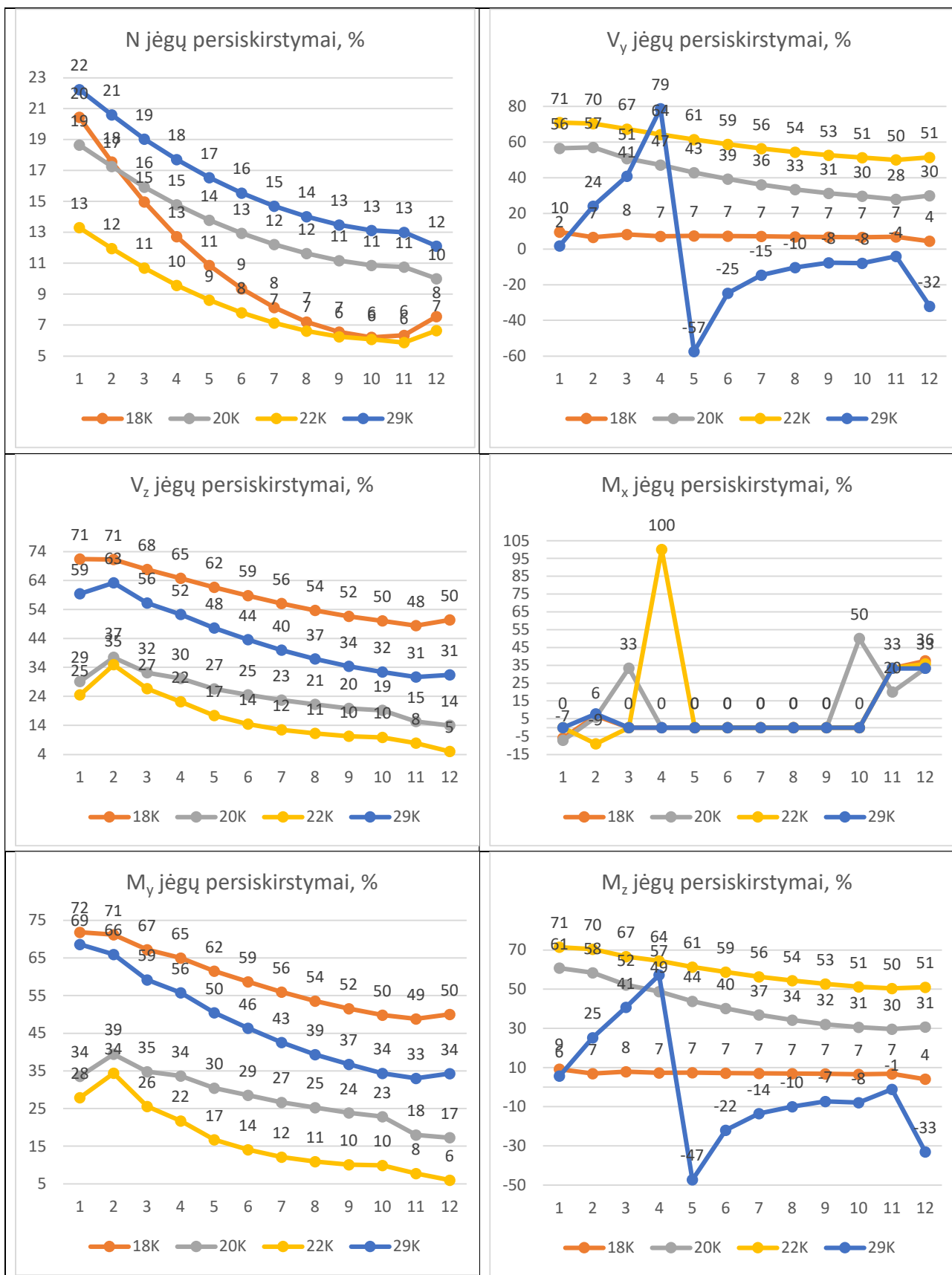


32 pav. Įrašų persiskirstymo analizavimas elementuose susijusiuose su netolygų pamato sėdimą imituojančiomis kolonomis

### 3.2.1. Įrašų persiskirstymai dėl vidurinės kolonos 20 mm vertikального sėdimo

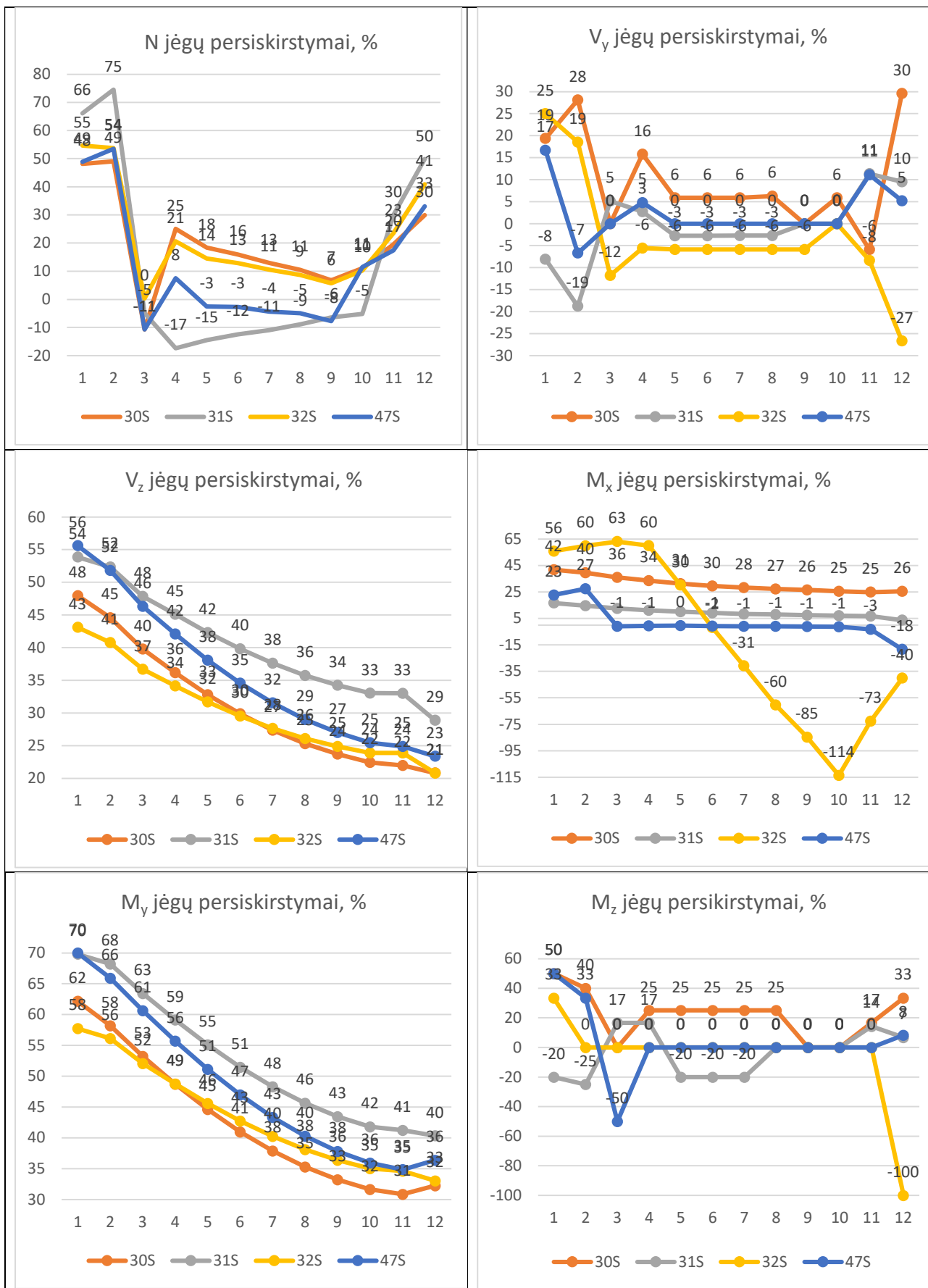
#### Įrašų persiskirstymas kolonose:

5 lentelė. Vidinių jėgų persiskirstymai kolonose dėl „21K“ kolonos 20 mm vertikального poslinkio



## Įrašų persiskirstymas sijose:

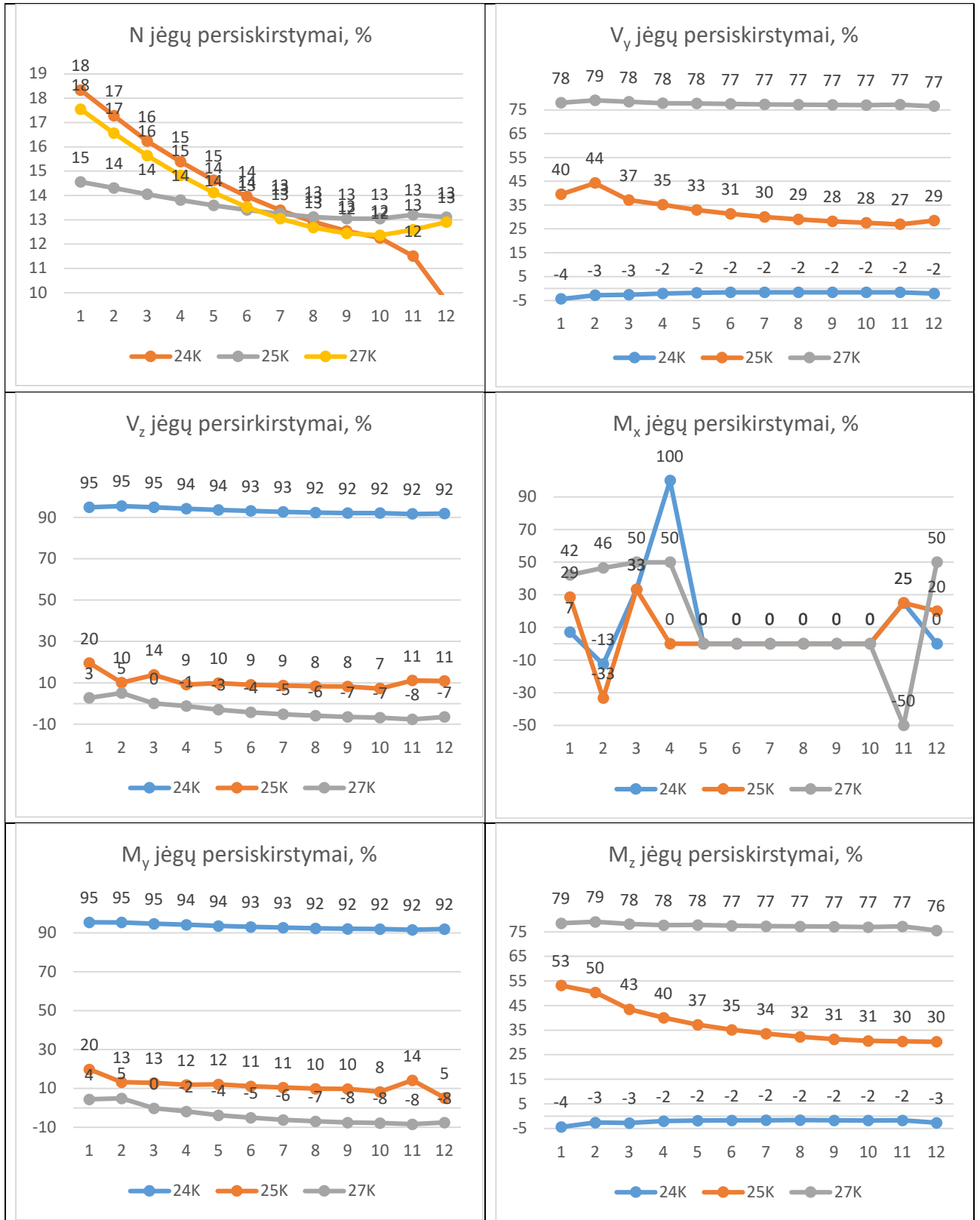
6 lentelė. Vidinių jėgų persiskirstymai sijose dėl „21K“ kolonos 20 mm vertikального poslinkio



### 3.2.2. Įrašų persiskirstymai dėl kampinės kolonos 20 mm vertikalojo sėdimo

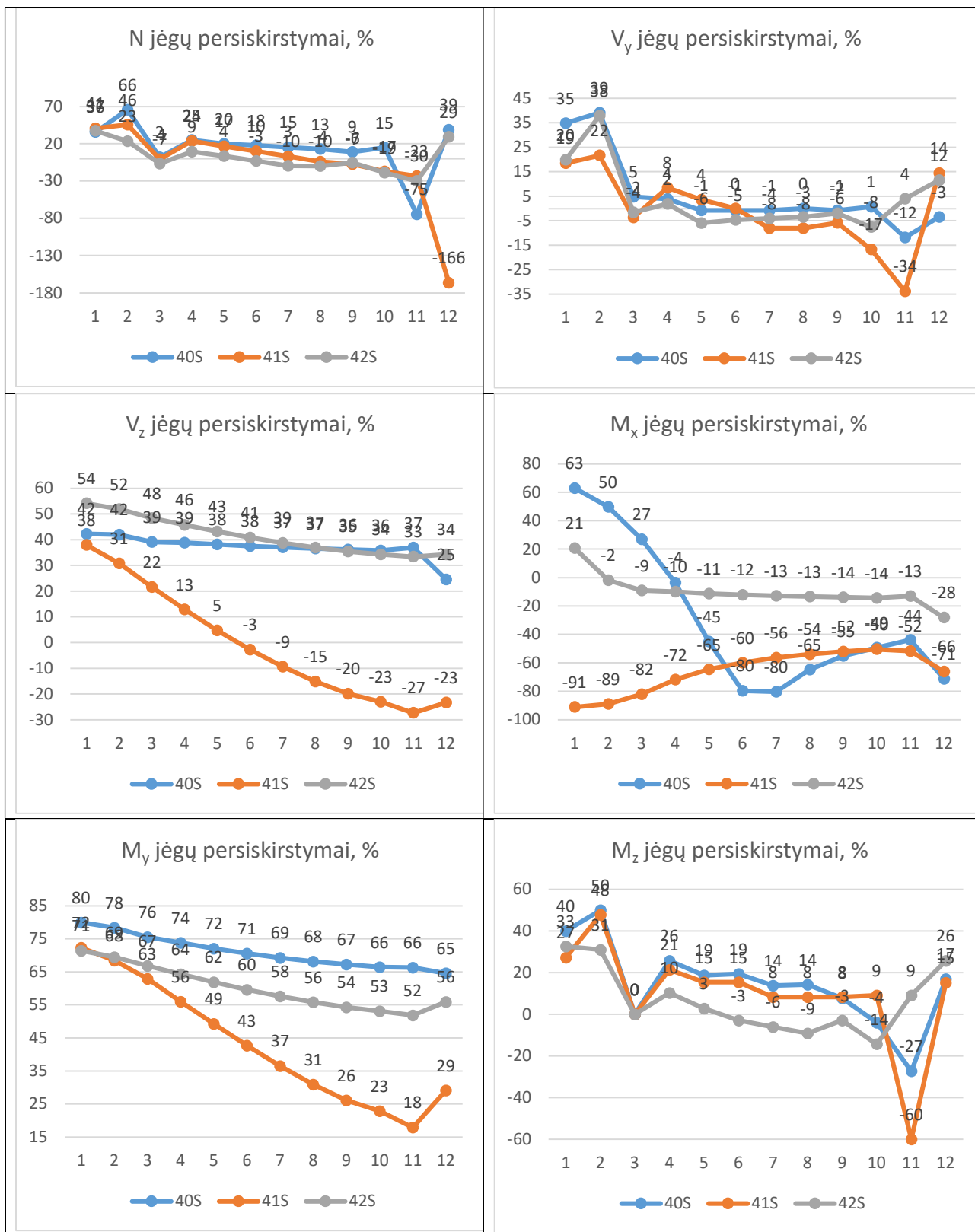
#### Įrašų persiskirstymas kolonose:

7 lentelė. Vidinių jėgų persiskirstymai kolonose dėl „26K“ kolonos 20 mm vertikalojo poslinkio



## Įrašų persiskirstymas sijose:

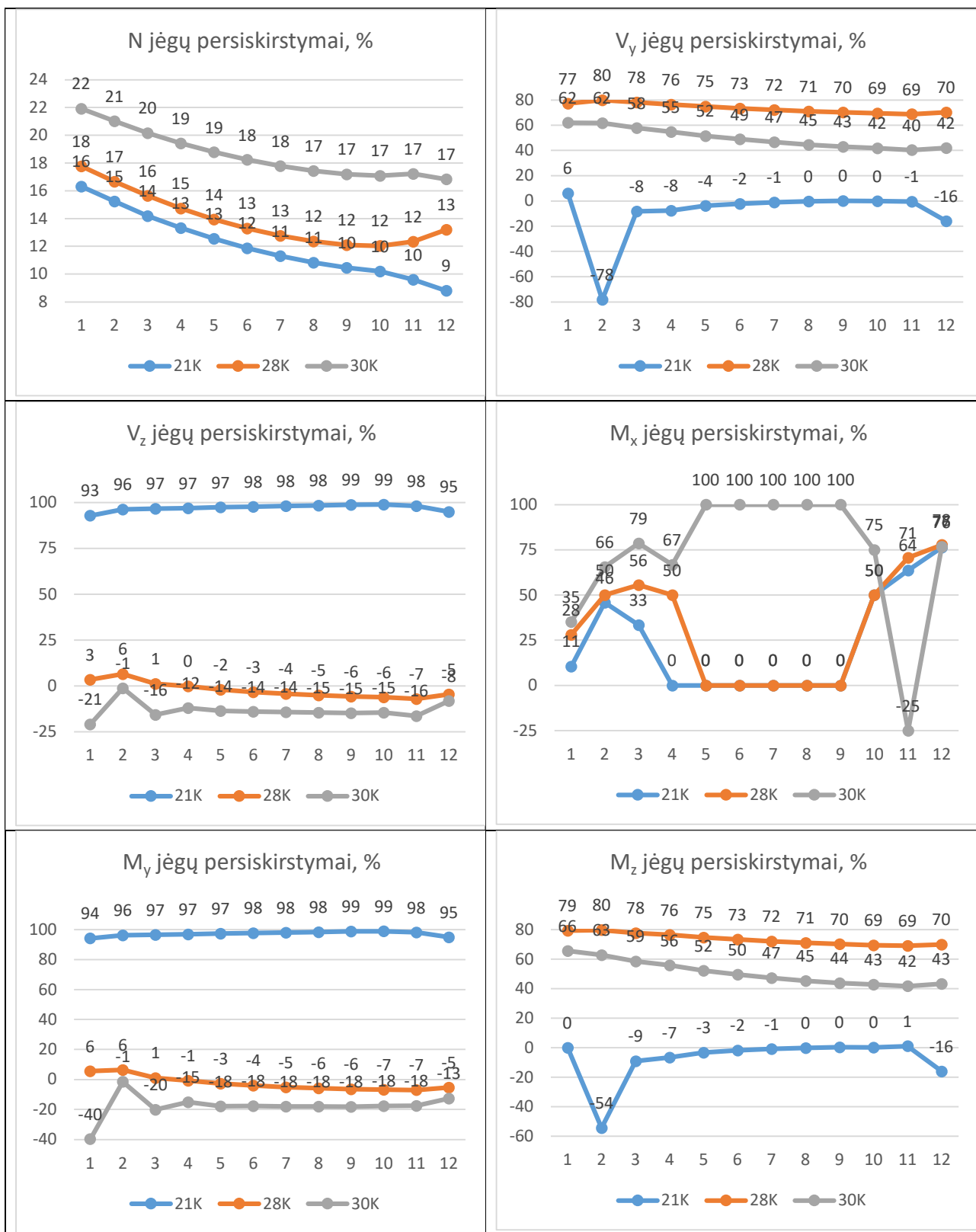
8 lentelė. Vidinių jėgų persiskirstymai sijose dėl „26K“ kolonos 20 mm vertikального poslinkio



### 3.2.3. Įrašų persiskirstymai dėl kraštinės kolonos 20 mm vertikalojo sėdimo

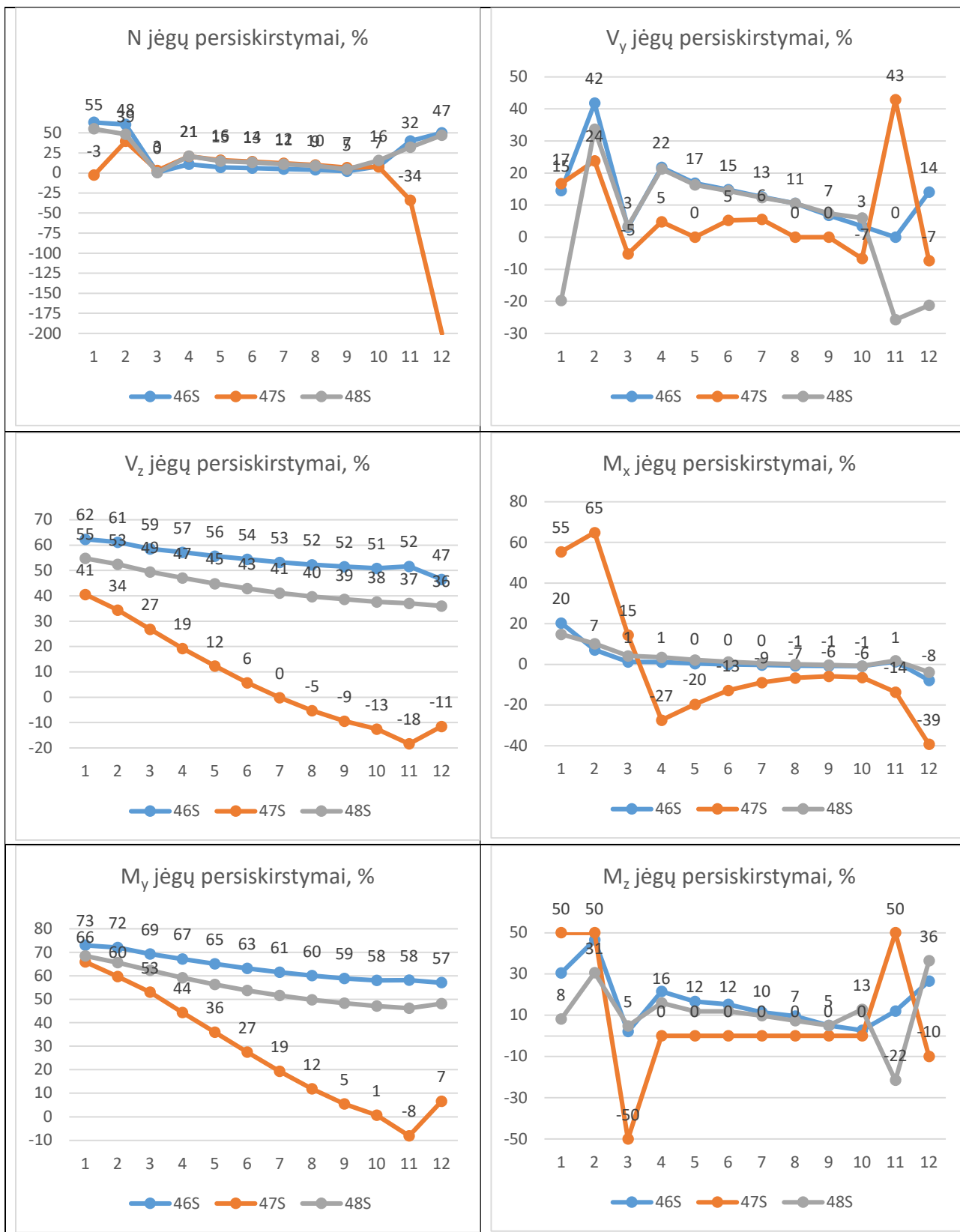
#### Įrašų persiskirstymas kolonose:

9 lentelė. Vidinių jėgų persiskirstymai kolonose dėl „29K“ kolonos 20 mm vertikalojo poslinkio



## Įrašų persiskirstymas sijose:

10 lentelė. Vidinių jėgų persiskirstymai sijose dėl „29K“ kolonos 20 mm vertikaliojo poslinkio





### 3.3. Elementų skerspjūvių išnaudojimo persiskirstymai

Siekiant geriau suprasti netolygaus pamato sėdimo sukeltą poveikį pastato elementuose, esančiuose greta pamato sėdimą imituojančios kolonos, sudarytos šių elementų išnaudojimo diagramos, kurios išskirtos į šias grupes:

- Elementų išnaudojimas nuo ašinės jėgos ( $N$ ) ir lenkimo momentų ( $M_y + M_z$ ) sąveikos.
- Elementų išnaudojimas nuo skersinių jėgų ( $V_y + V_z$ ) ir sukimo poveikio ( $T$ ) sąveikos.

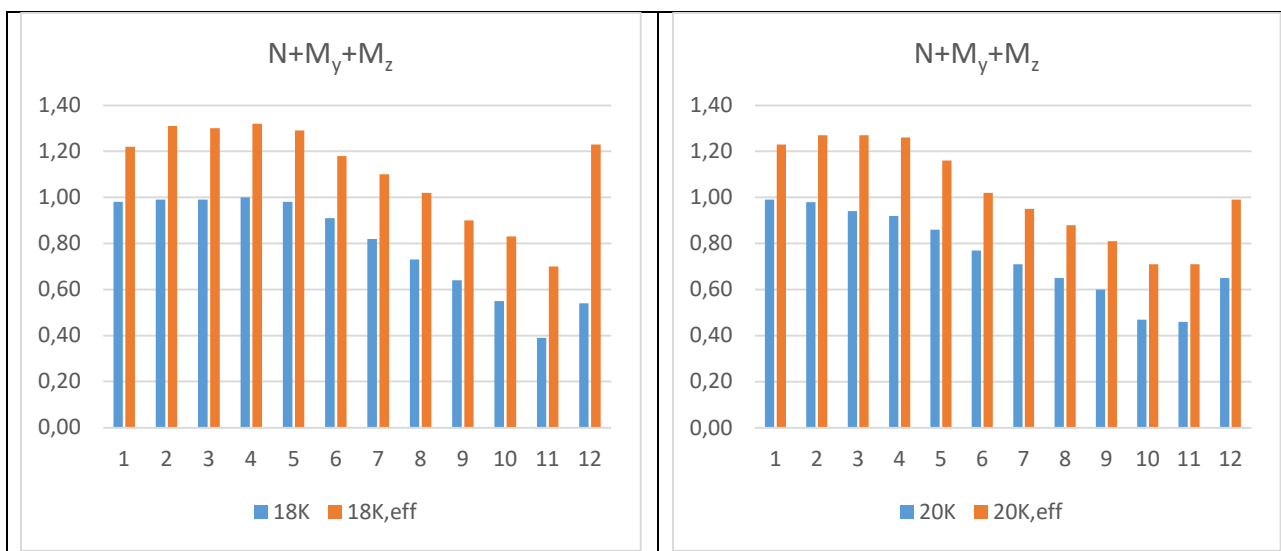
Atliekant elementų išnaudojimo analizę dėl netolygaus pamato sukkelto poveikio pastebėta, kad daugumoje elementų išnaudojimas nuo skersinių jėgų ( $V_y + V_z$ ) ir sukimo ( $T$ ) poveikio pasiekia  $\geq 300\%$  ribą. Ši klaida įvyksta dėl nepakankamo elementų stiprumo nuo ašinių jėgų ir lenkimo momentų sąveikos ( $N+M_y+M_z$ ). Norint to išvengti, reikėtų padidinti elementų skerspjūvius arba parinkti aukštesnių stipruminių savybių medžiagas. Taip pat, padėtų ir papildomas elementų armavimas.

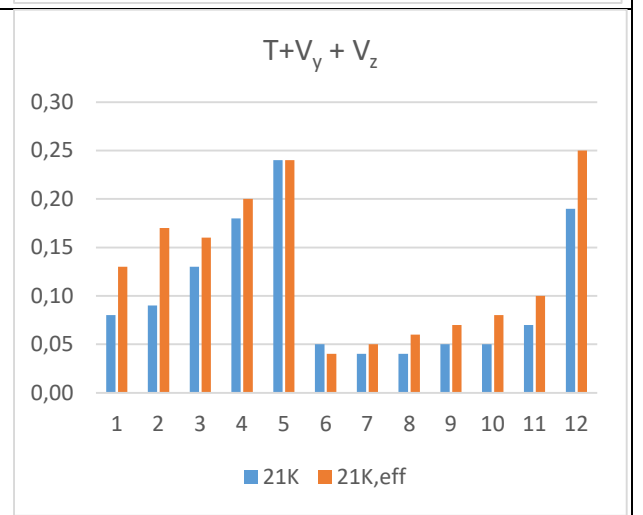
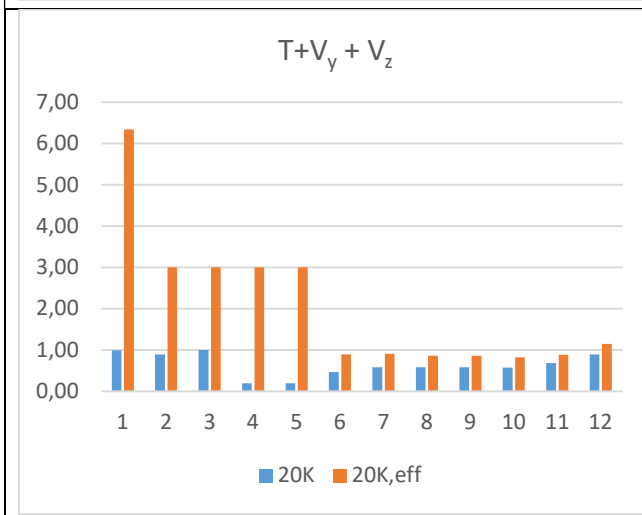
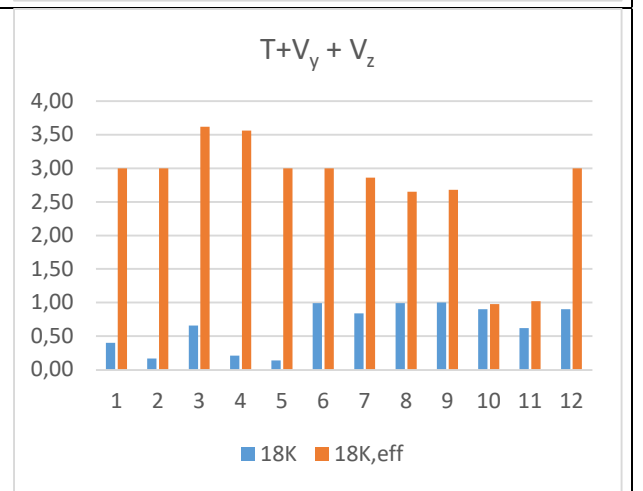
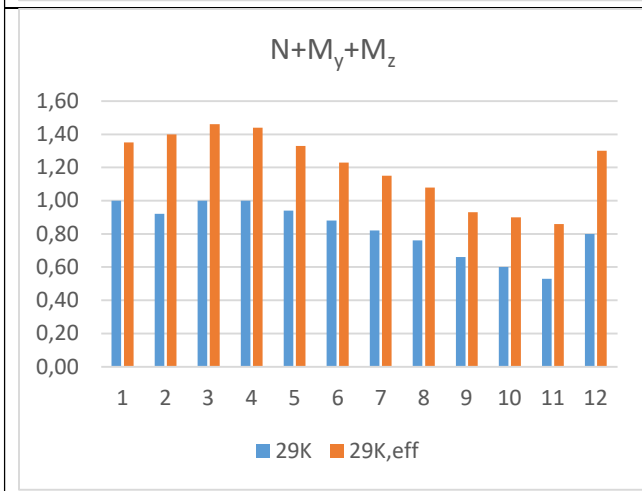
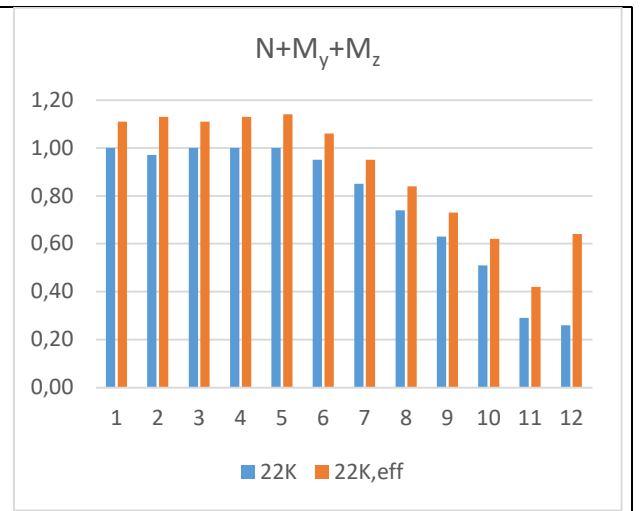
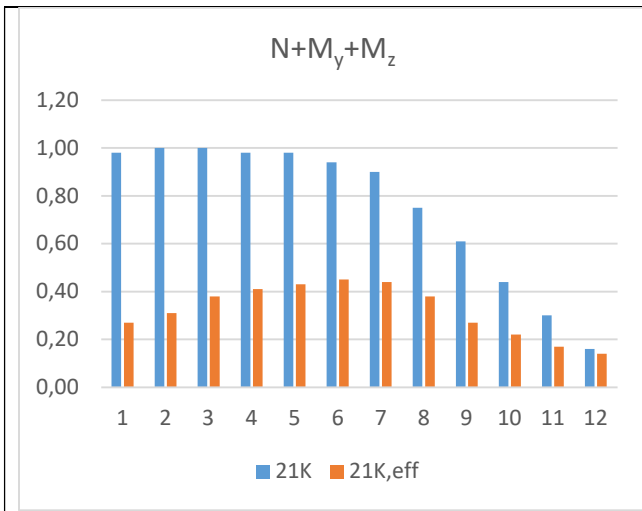
Elementų išnaudojimo grafikai pateikiami nuo maksimalaus saugos ribinio būvio (S.R.B.) derinio, kuomet lyginami elementų išnaudojimai su elementais, paveiktais netolygaus pamato sėdimą imituojančiomis kolonomis. Priešas „*eff*“ prie elemento reiškia, jog šio elemento išnaudojimas stebimas perskaičiavus skaičiuojamąjį modelį nuo pasirinktosios kolonos užsiduoto 20 mm vertikalojo sėdimo.

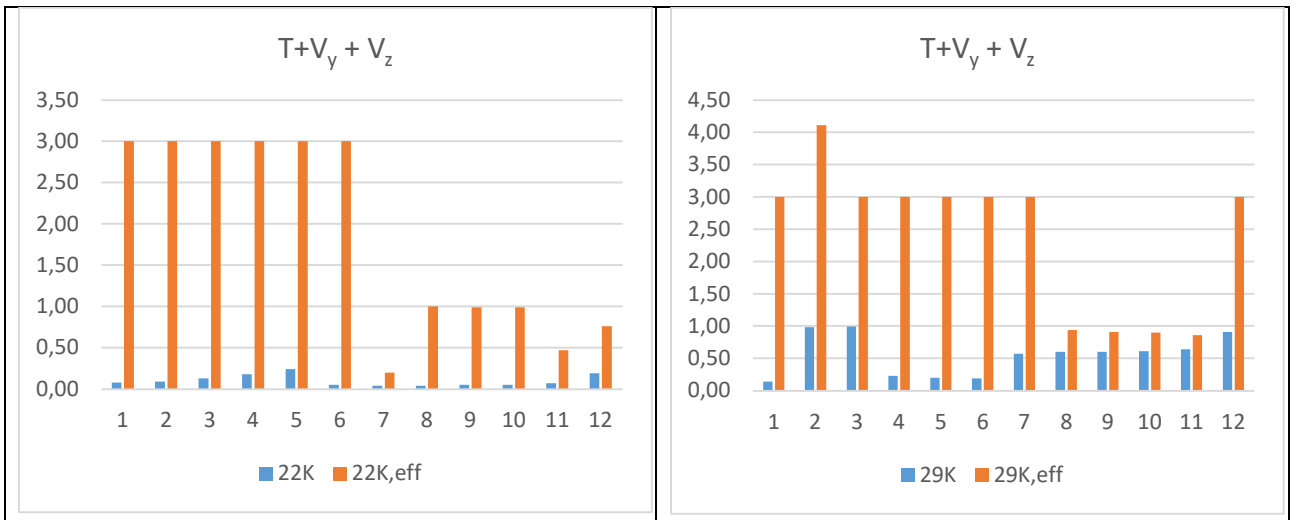
#### 3.3.1. Elementų išnaudojimo nuo ašinės jėgos ir lenkimo momentų persiskirstymai dėl vidurinės kolonos 20 mm vertikalojo sėdimo

Elementų išnaudojimo nuo ašinės jėgos ir lenkimo momentų persiskirstymai kolonose:

11 lentelė. Kolonų išnaudojimų persiskirstymai dėl „21K“ kolonos 20 mm vertikalojo sėdimo sukkelto poveikio

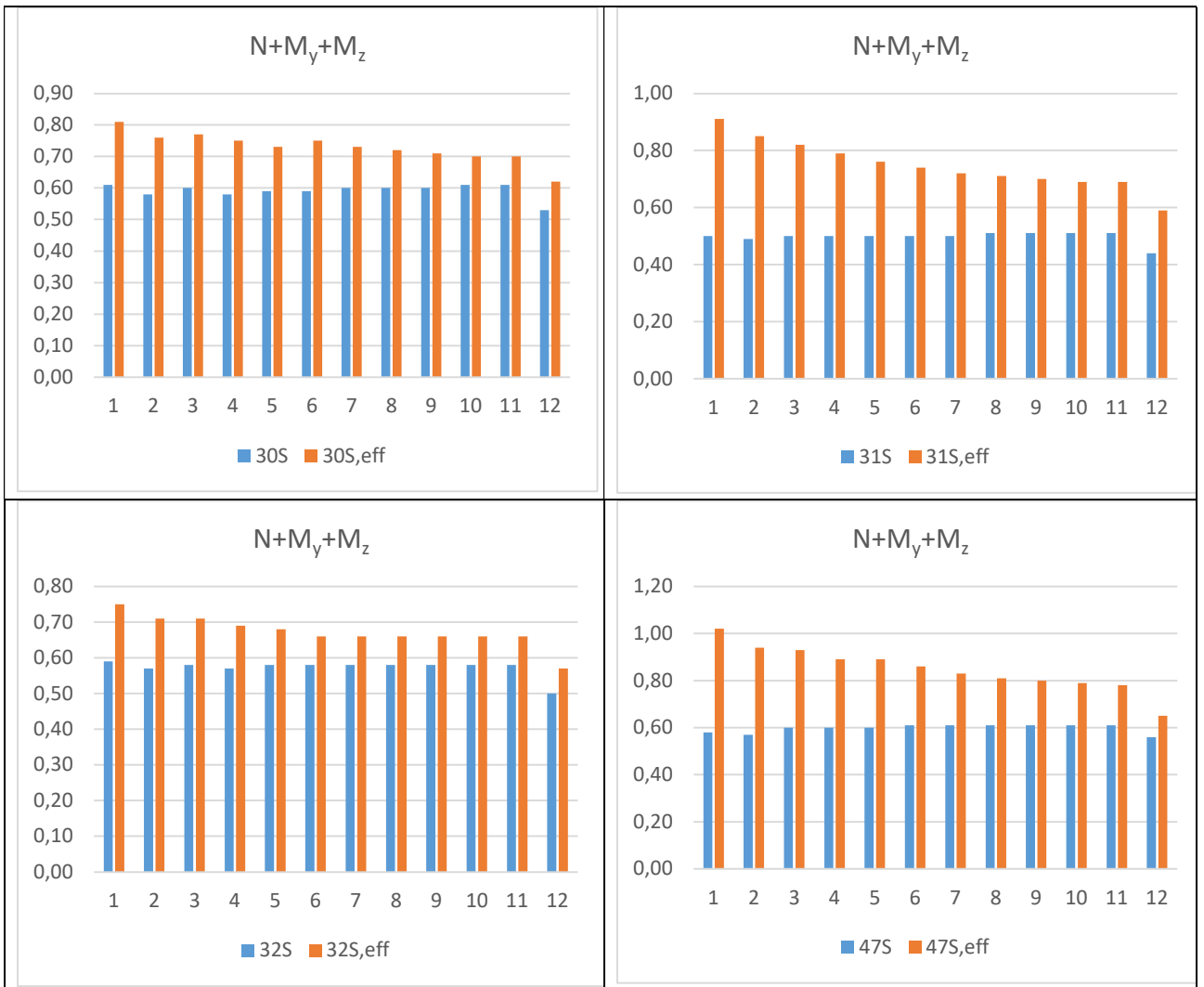


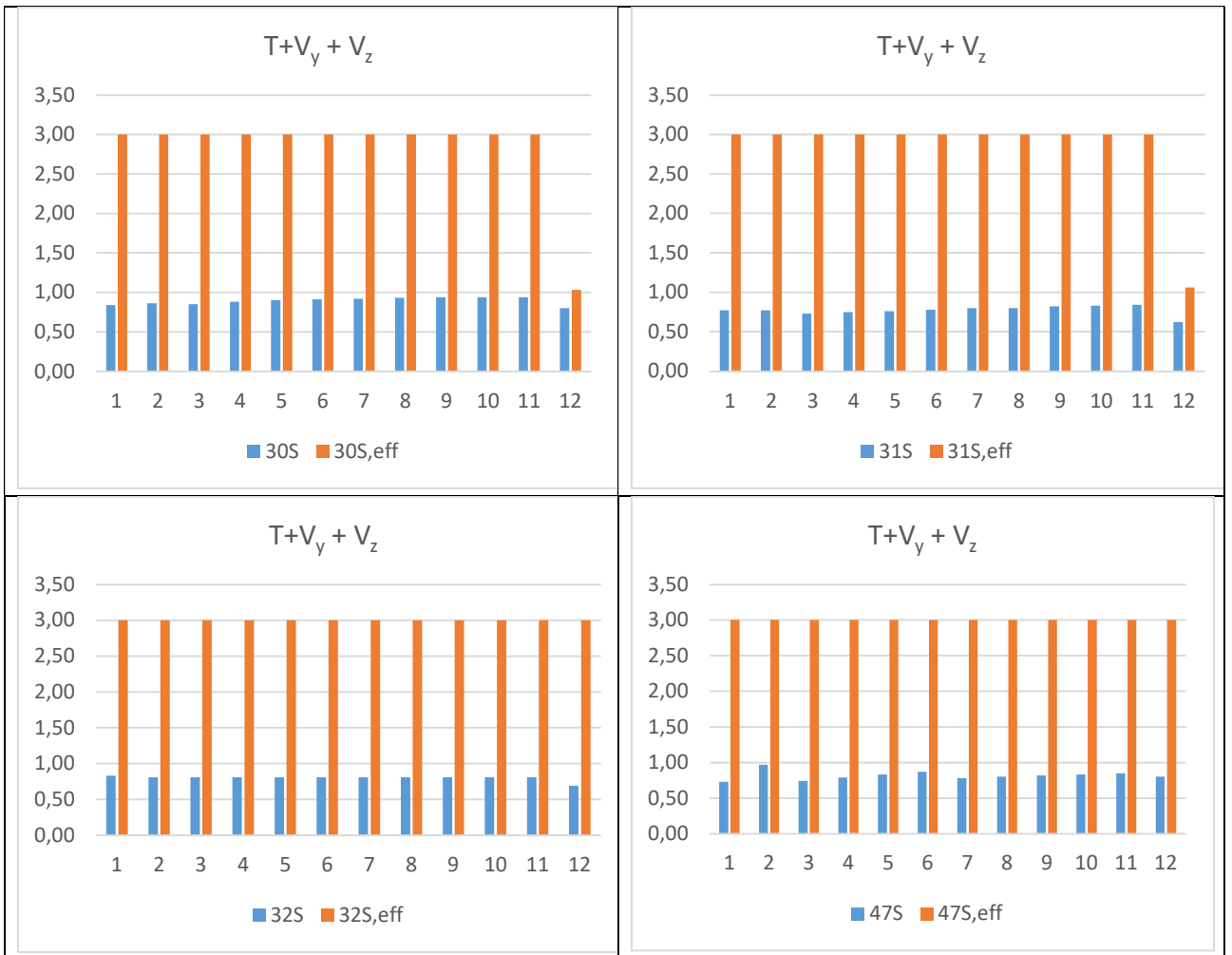




Elementų išnaudojimo nuo ašinės jėgos ir lenkimo momentų persiskirstymai sijose:

12 lentelė. Sijų išnaudojimų persiskirstymai dėl „21K“ kolonos 20 mm vertikaliojo sėdimo sukulto poveikio

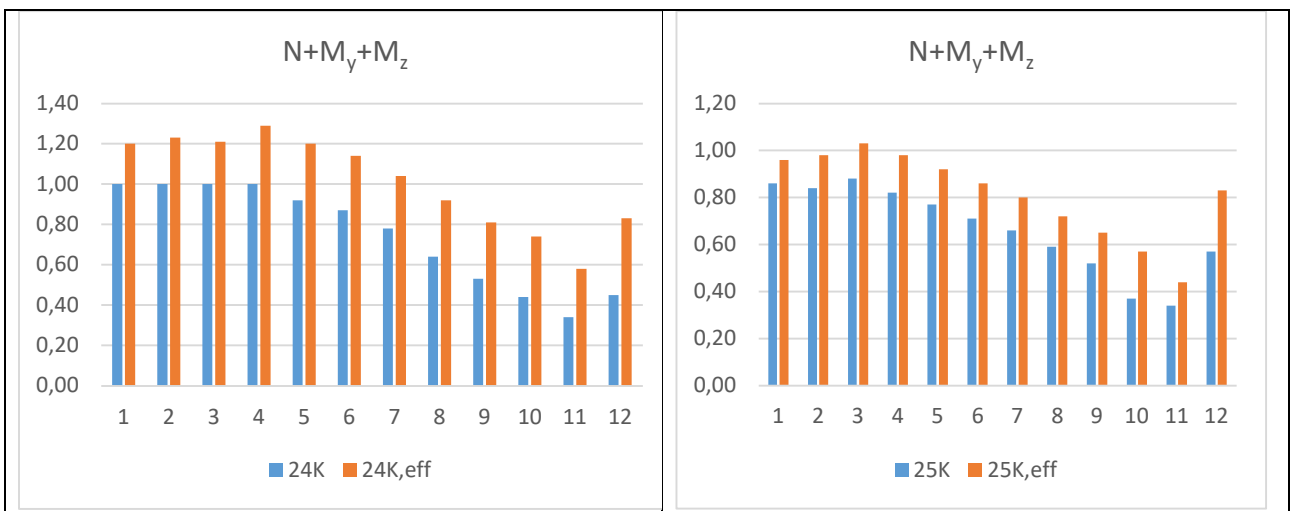


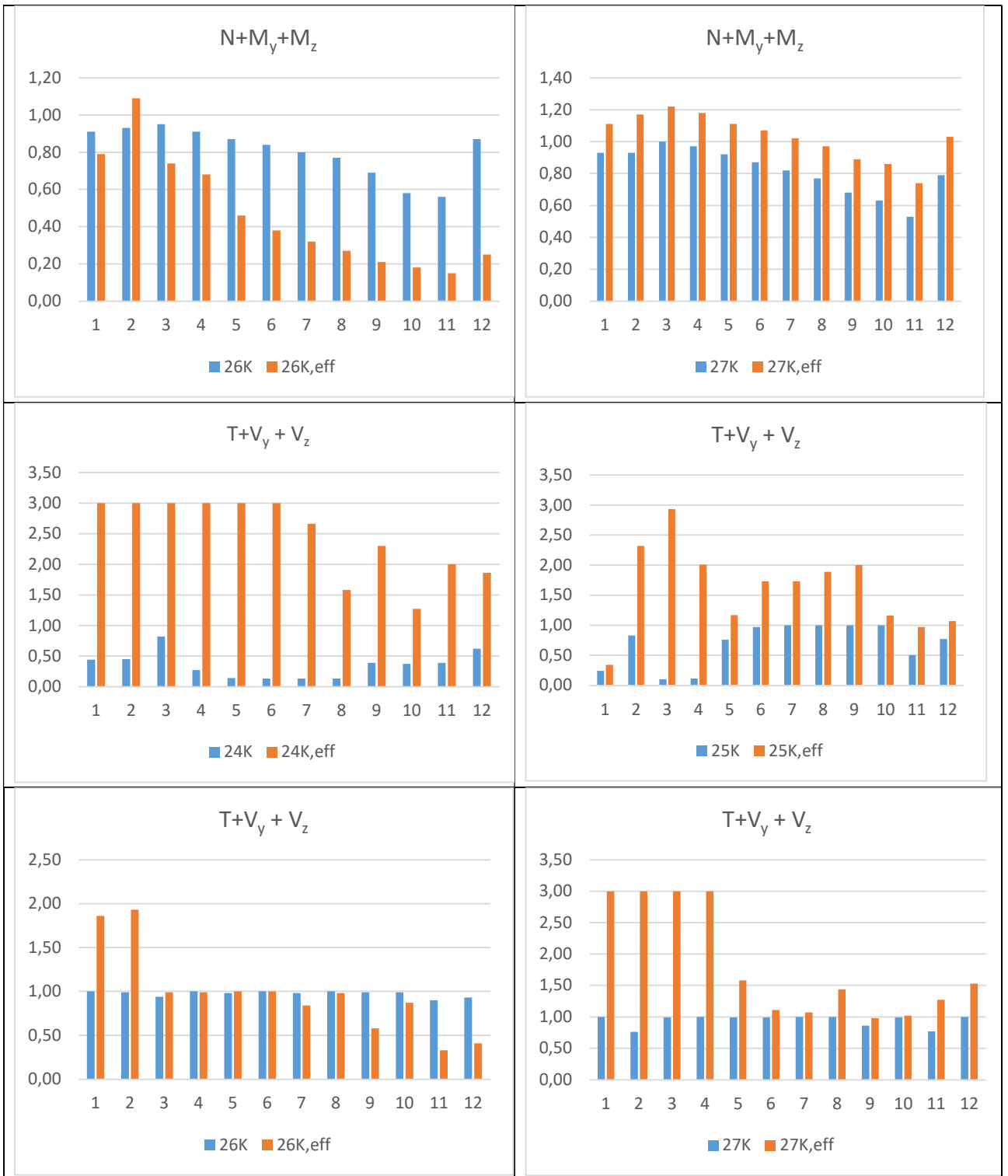


### 3.3.2. Elementų išnaudojimo nuo ašinės jėgos ir lenkimo momentų persiskirstymai dėl kampinės kolonos 20 mm vertikalojo sėdimo

Elementų išnaudojimo nuo ašinės jėgos ir lenkimo momentų persiskirstymai kolonose:

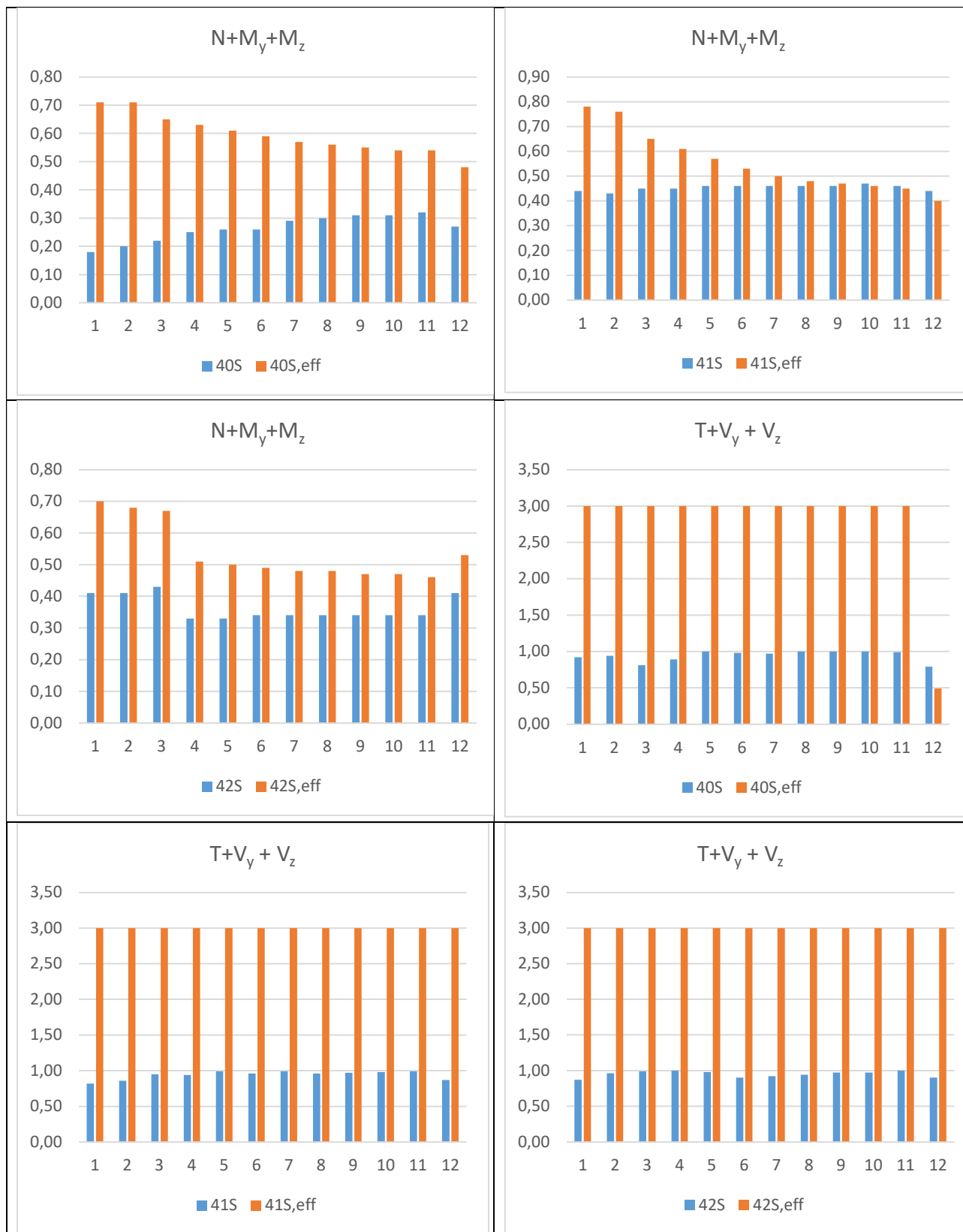
13 lentelė. Kolonų išnaudojimų persiskirstymai dėl „26K“ kolonos 20 mm vertikalojo sėdimo sukulto poveikio





Elementų išnaudojimo nuo ašinės jėgos ir lenkimo momentų persiskirstymai sijose:

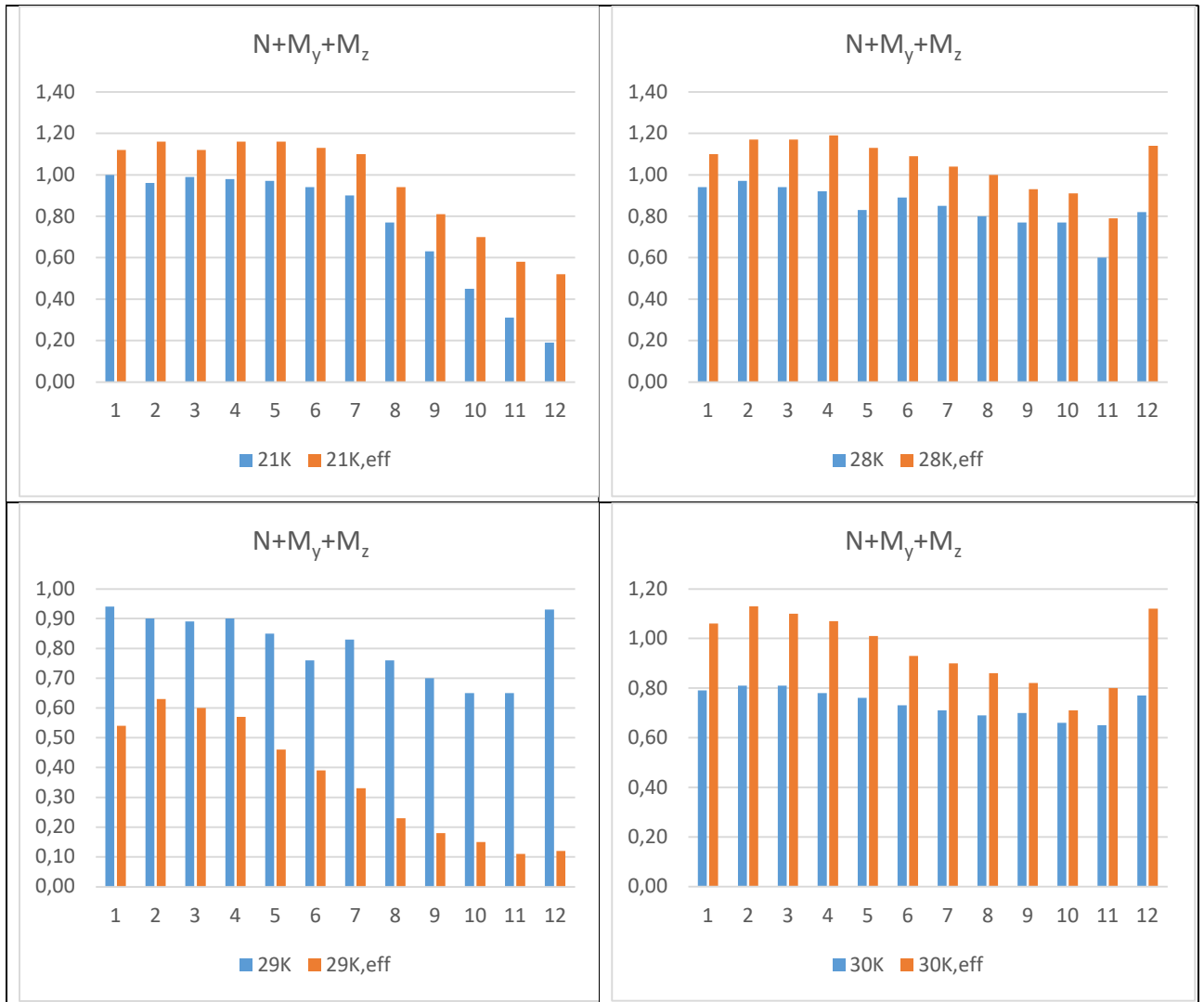
14 lentelė. Sijų išnaudojimų persiskirstymai dėl „26K“ kolonos 20 mm vertikaliojo sėdimo sukkelto poveikio

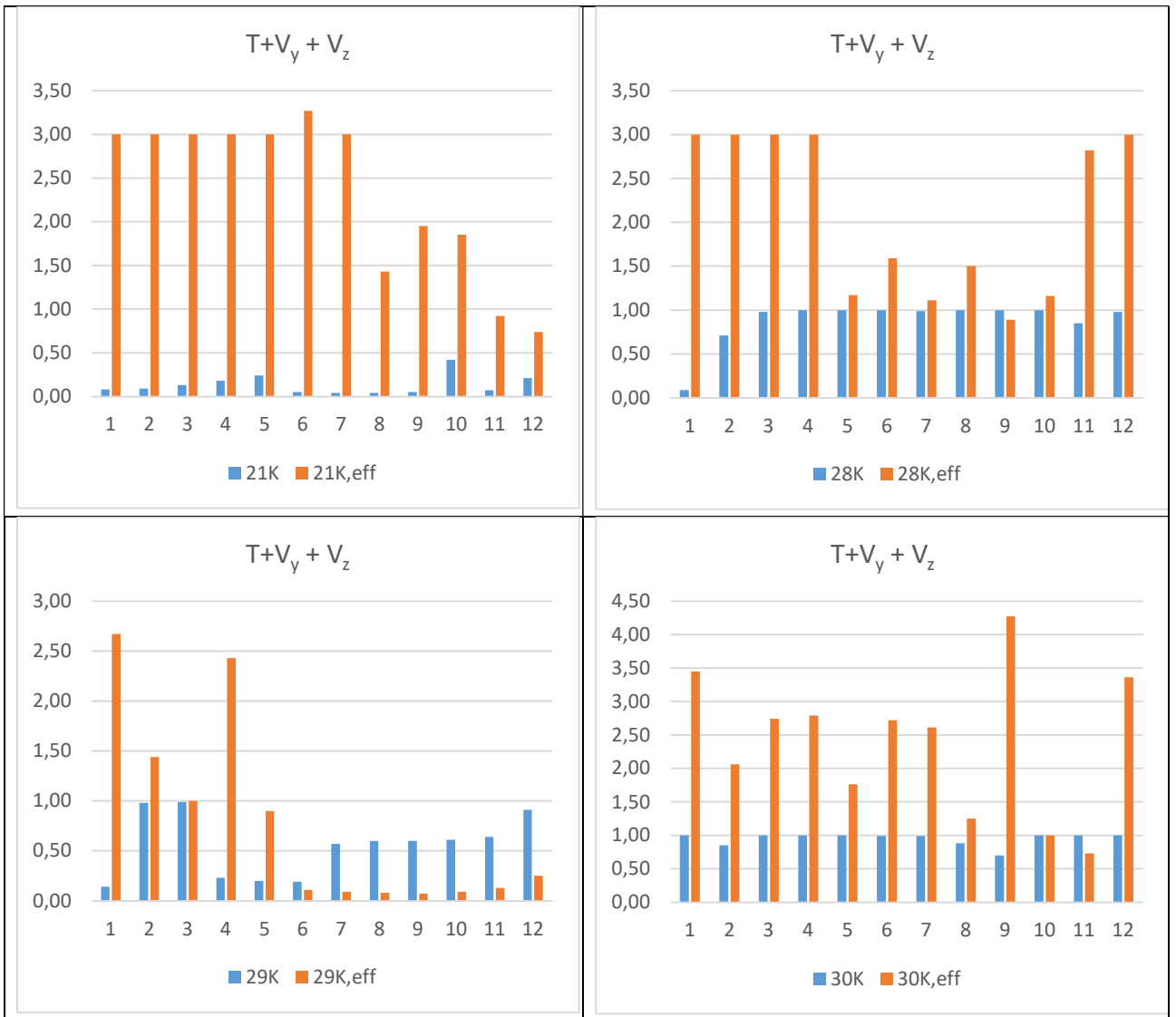


### 3.3.3. Elementų išnaudojimo nuo ašinės jėgos ir lenkimo momentų persiskirstymai dėl kraštinės kolonos 20 mm vertikaliojo sėdimo

Elementų išnaudojimo nuo ašinės jėgos ir lenkimo momentų persiskirstymai kolonose:

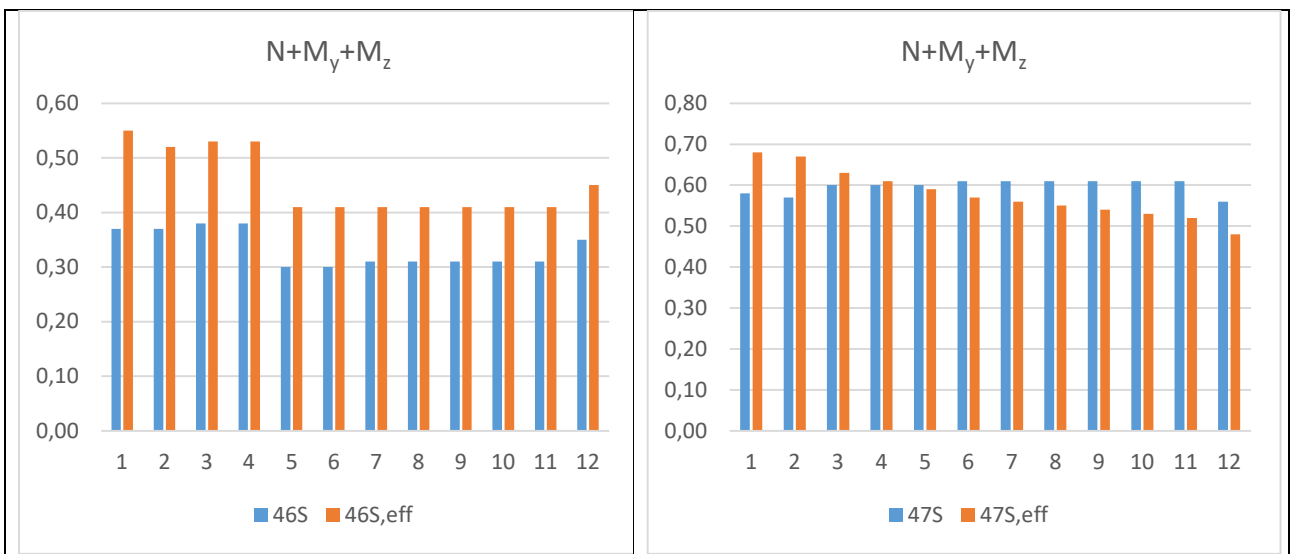
15 lentelė. Kolonų išnaudojimų persiskirstymai dėl „29K“ kolonos 20 mm vertikaliojo sėdimo sukulto poveikio



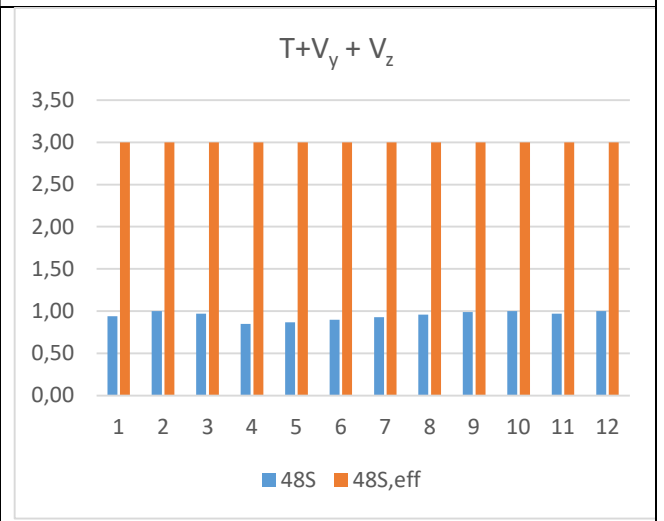
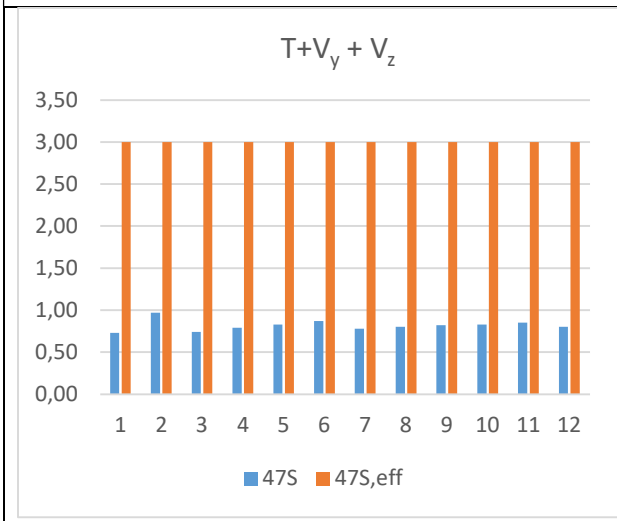
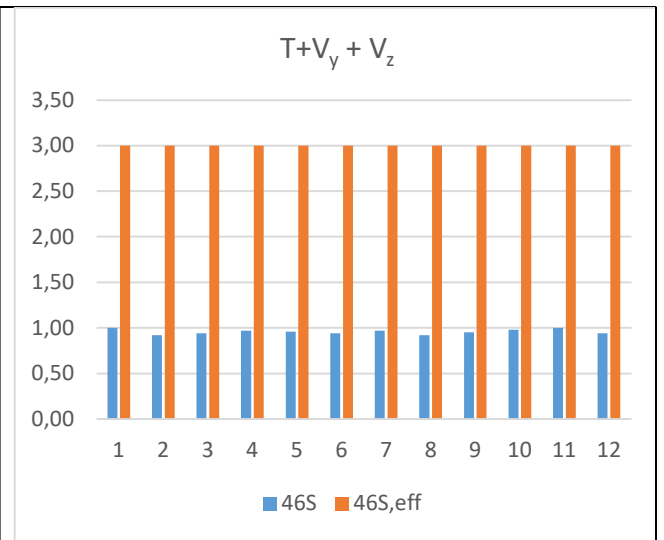
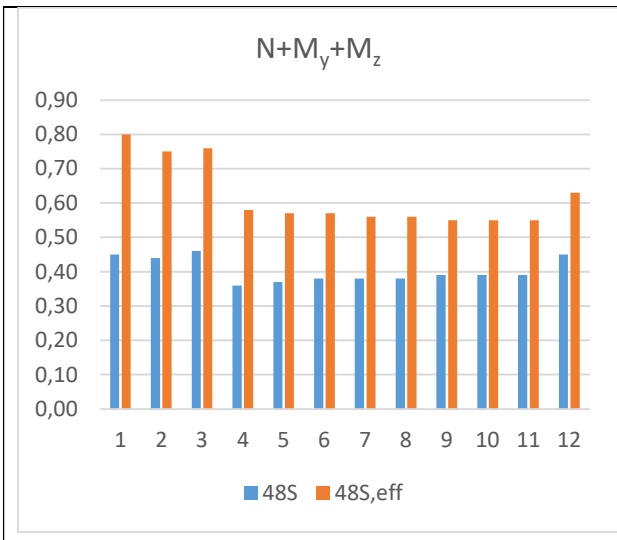


Elementų išnaudojimo nuo ašinės jėgos ir lenkimo momentų persiskirstymai sijose:

16 lentelė. Sijų išnaudojimų persiskirstymai dėl „21K“ kolonos 20mm vertikaliojo sėdimo sukulto poveikio







#### 4. Diskusija

Plėtojant šį tiriamojo projekto darbą, susijusi su netolygaus pamato sėdimo sukeltu vidinių jėgų persiskirstymu gelžbetoninėse konstrukcijose, galima atlikti tolimesnius tyrimus šiose srityse:

- Pastato laikančiuosius elementus skaičiuoti plastinėje stadijoje, analizuojant, kokią įtaką vidinių jėgų persiskirstymui turi netolygus pamatų sėdimas.
- Įvertinti plastinio šarnyro susidarymą gelžbetoninėse sijose ir jų įtaką vidinių jėgų persiskirstymui.
- Įvertinti šlyties sienelių įtaką, siekiant patikrinti pastato atsparumą dėl netolygaus pamato sėdimo sukeltos žalos.
- Palyginti netolygaus pamato sėdimo sukeltus vidinių jėgų persiskirstymus pastato su vienos ir dviejų krypčių sijų išdėstymu.
- Visas pastato atramas projektuoti „spyruoklines“, imituojant vienodo standumo gruntus ties kolonų įtvirtinimais.
- Atlikti tyrimus su mažaaukščiais ir daugiaaukščiais gelžbetoniais pastatais ir nustatyti kurie iš jų yra atsparesni netolygaus pamatų sėdimui.
- Įvertinti pastato perdangos ir denginio plokščių įtaką pastato atsparumui dėl nevienodo pamatų sėdimo.
- Palyginti kolonų aukščio įtaką mažaaukščiuose ir daugiaaukščiuose pastatuose tiriant pastato atsparumą netolygiam pamatų sėdimui.
- Išanalizuoti vidinių jėgų persiskirstymus dėl laipsniško netolygaus pamatų sėdimo.

## Išvados

1. Atlikus 12-os aukštų gelžbetoninio pastato įrašų persiskirstymo analizę, dėl 20 mm netolygaus pamato sėdimo pastato viduryje, kampe ir krašte, pastebėta, kad ašinių ir skersinių jėgų kitimas kolonose, turi panašias kitimo kreives. Didėjant aukštų skaičiui, šių vidinių jėgų persiskirstymai gretimoms kolonoms mažėja. Didžiausi ašinių ir skersinių jėgų persiskirstymai kolonose, pastebimi dėl pastato vidurinės kolonos netolygaus sėdimo imitavimo. Nuo šio poveikio, ašinės jėgos kolonose, gretimose vidurinei kolonai, padidėjo 22 %, tuo tarpu skersinės jėgos –  $V_y=79$  % ir  $V_z=71$  %.
2. Kolonose, lenkimo momentų  $M_x$  kryptimi, persiskirstymo kreivės visuose netolygaus pamato sėdimo atvejuose, panašios. Pastebėtas staigus persiskirstymo prieaugis ties 4-u aukštu, kuris sukėlė 100 % prieaugius kolonose, esančiose greta sėdančiosios kolonos. Didžiausi  $M_y$  ir  $M_z$  lenkimo momentų persiskirstymo prieaugiai pastebėti paveikus kraštinę koloną –  $M_y=99$  % ir  $M_z=80$  %.
3. Nepriklausomai nuo pamato sėdimą imituojančios atramos padėties, ašinių ir skersinių jėgų  $V_y$  kryptimi persiskirstymo kreivės sijose – panašios. Ženklūs prieaugiai pasireiškė pirmųjų trijų aukštų sijose. Maksimalus ašinių jėgų persiskirstymo prieaugis užfiksuotas antro aukšto sijoje, kuris siekė 75 %. Ši sija labiausiai paveikta nuo vidurinės pastato kolonos netolygaus pamato sėdimo imitavimo. Didžiausi skersinių jėgų persiskirstymai pastebėti nuo netolygaus pamato sėdimą imituojančios kraštinės kolonos nusėdimo, kuomet, vienuolikto aukšto sijoje skersinės jėgos  $V_y$  gautas persiskirstymo prieaugis – 43 %. Taip pat pastebėtas  $V_z$  skersinės jėgos persiskirstymo pobūdis, kuomet, didėjant aukštų skaičiui šios įrašos persiskirstymas mažėjo. Didžiausias  $V_z$  skersinės jėgos persiskirstymo prieaugis pastebėtas pirmojo aukšto sijoje, kuris siekė 62 %.
4. Didžiausi  $M_x$  ir  $M_z$  lenkimo momentų jėgos persiskirstymo prieaugiai pastebėti dėl kraštinės, netolygaus pamato sėdimą imituojančios kolonos poveikio, kuomet, antro aukšto sijoje gauti  $M_y=65$  % ir  $M_z=50$  % persiskirstymo prieaugiai. Didžiausias  $M_y$  lenkimo momento jėgos persiskirstymo prieaugis pastebėtas dėl kampinės, netolygaus pamato sėdimą imituojančios kolonos poveikio, kuomet pirmo aukšto sijoje gautas 80 % prieaugis.
5. Netolygaus pamato sėdimą imituojančių kolonų poveikis gretimoms kolonoms sukėlė vidinių jėgų persiskirstymą, dėl kurių, nepriklausomai nuo sėdančiosios kolonos padėties, buvo viršijami visų gretimų kolonų saugos ribinio būvio atsparumai nuo  $N+M_y+M_z$  poveikio. Analizuojant sijų išnaudojimo persiskirstymus dėl netolygaus pamato sėdimo imitavimo, pastebėta, kad pavojingiausias atvejis, gautas paveikus vidurinę pastato koloną, dėl šio poveikio pirmojo aukšto sijoje viršytas S.R.B. išnaudojimas nuo  $N+M_y+M_z$  poveikio 2 %.

## Literatūros sąrašas

1. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. [LST EN 1997-1/A1], *Geotechninis projektavimas. 1 dalis. Pagrindinės taisyklės*. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2014.
2. ŠIMKUS. J. *Gruntų mechanika, pagrindai ir pamatai*. Vilnius: MOKSLAS, 1984. UDK:624.131:624.15.
3. BAHAN, T. *Shallow Foundations: Discussions and Problem Solving* [interaktyvus]. Wiley, Oxford, 2016 [žiūrėta 2022-09-27]. ISBN: 9781119056140. Prieiga per: <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.ktu.edu/lib/ktu-ebooks/reader.action?docID=4505007>
4. MEYERHOF, G. *The Settlement Analysis of Building Frames* [interaktyvus]. *Structural Engineer*, 25(9): 369-409, 1947 [žiūrėta 2022-10-01]. E-ISSN 1753-7789. Prieiga per: <https://doi.org/10.1680/ipeds.1956.12202>
5. ACI. *Building Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI 318-89)*[interaktyvus]. American Concrete Institute, Detroit, MI, 1992 [žiūrėta 2022-12-06]. Prieiga per: [https://myyardimci.weebly.com/uploads/1/6/3/4/16347790/building\\_design\\_code\\_english.pdf](https://myyardimci.weebly.com/uploads/1/6/3/4/16347790/building_design_code_english.pdf)
6. ANASTASOPOULOS, A. *Structural Damage of a 5-Story Building: Differential Settlement Due to Construction of an Adjacent Building or Because of Construction Defects* [interaktyvus]. Proceedings of the 7th International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering, April 29 - May 4, Chicago, IL, 2013 [žiūrėta 2022-12-06]. Prieiga per: <https://scholarsmine.mst.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3274&context=icchge>
7. SALCEDO, M., AND OROZCO, L. *Differential Settlement Problem of a Large Apartment Building in Bogota, Cause and Solution* [interaktyvus]. Proceedings of the 7th International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering, April 29 - May 4, Chicago, IL, 2013 [žiūrėta 2022-12-06]. Prieiga per: <https://scholarsmine.mst.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3069&context=icchge>
8. SKEMPTON, A., AND MACDONALD, D. *The Allowable Settlements of Buildings* [interaktyvus]. Proceedings of the Institution of Civil Engineers, 5(6): 727-763, 1956 [žiūrėta 2022-10-01]. E-ISSN 1753-7789. Prieiga per: <https://doi.org/10.1680/ipeds.1956.12202>
9. POLSHIN, D. E., AND TOKAR, R. A. *Maximum Allowable Non-uniform Settlement of Structures* [interaktyvus]. Proceedings of the 4th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, August 12-14, London. 1957 [žiūrėta 2022-12-06]. Prieiga per: [https://www.issmge.org/uploads/publications/1/41/1957\\_01\\_0085.pdf](https://www.issmge.org/uploads/publications/1/41/1957_01_0085.pdf)
10. LAEFER, D., CERIBASI, S., LONG, J., AND CORDING, E. *Predicting RC frame response to excavation-induced settlement* [interaktyvus]. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 135(11): 1605-1609, 2009 [žiūrėta 2022-12-06]. DOI: 10.1061/(ASCE)GT.1943-5606.0000128. Prieiga per: [https://www.researchgate.net/publication/245294644\\_Predicting\\_RC\\_Frame\\_Response\\_to\\_Excavation-Induced\\_Settlement](https://www.researchgate.net/publication/245294644_Predicting_RC_Frame_Response_to_Excavation-Induced_Settlement)
11. BURLAND, J., WROTH, C. *Settlement of Buildings and Associated Damage* [interaktyvus]. Proceedings of the British Geotechnical Society's Conference on the Settlement of Structures, April, Cambridge, UK, 1975 [žiūrėta 2022-10-05]. OCLC:1907833. Prieiga per: [https://www.researchgate.net/publication/248646701\\_Settlement\\_of\\_Buildings\\_and\\_Associated\\_Damage](https://www.researchgate.net/publication/248646701_Settlement_of_Buildings_and_Associated_Damage)

12. MAIR, R., TAYLOR, R., AND BURLAND, J. *Prediction of Ground Movements and Assessments of Risk of Building Damage Due to Bored Tunelling* [interaktyvus]. Proceedings of the International Symposium on Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground, April 15-16, London, UK, 1996 [žiūrėta 2022-12-06]. ISBN 90 5410 856 8. Prieiga per: [https://www.issmge.org/uploads/publications/6/8/1996\\_118.pdf](https://www.issmge.org/uploads/publications/6/8/1996_118.pdf)
13. LAZARUS, D., AND JUNG, H. *Damage Assessment and Monitoring for Buildings on the Elizabeth Line* [interaktyvus]. *The Structural Engineer*, 96(7): 14-24, 2018 [žiūrėta 2022-12-06]. Prieiga per: <https://learninglegacy.crossrail.co.uk/wp-content/uploads/2018/07/7K-001-Damage-assessment-and-monitoring-for-buildings-on-the-Elizabeth-line.pdf>
14. BOONE, S. *Ground-Movement-Related Building Damage* [interaktyvus]. *Journal of Geotechnical Engineering*, 122(11): 886-896, 1996 [žiūrėta 2022-12-06]. ISSN: 0733-9410. Prieiga per: <https://web-p-ebsohost.com.ezproxy.ktu.edu/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=cb52c1cc-84b0-4ae3-b388-195de5a5c28f%40redis>
15. FINNO, R., VOSS, F., ROSSOW, E., BLACKBURN, J. *Evaluating Damage Potential in Buildings Affected by Excavations* [interaktyvus]. *Journal of Geotechnical Engineering*, 131(10): 1199-1210, 2005 [žiūrėta 2022-12-06]. DOI: 10.1061/(ASCE)1090-0241(2005)131:10(1199). Prieiga per: [https://www.researchgate.net/publication/253992641\\_Evaluating\\_Damage\\_Potential\\_in\\_Buildings\\_Affected\\_by\\_Excavations](https://www.researchgate.net/publication/253992641_Evaluating_Damage_Potential_in_Buildings_Affected_by_Excavations)
16. HALIM, D., AND WONG, K. *Prediction of Frame Structure Damage Resulting from Deep Excavation* [interaktyvus]. *Journal of Geotechnical Engineering*, 138(12): 1530-1536, 2012 [žiūrėta 2022-12-06]. ISSN: 1090-0241. Prieiga per: <https://web-p-ebsohost.com.ezproxy.ktu.edu/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=b131fee3-5784-4190-94d3-39e5d5873779%40redis>
17. RANKIN, W.J. *Ground Movements Resulting from Urban Tunnelling: Predictions and Effects* [interaktyvus]. *Geological Society*, 5(1): 79-92, 1988 [žiūrėta 2022-09-25]. DOI: 10.1144/gsl.eng.1988.005.01.06. Prieiga per: <https://eurekamag.com/research/019/105/019105965.php>
18. WEIGEL, T., OTT, K., HAGERTY, D. *Load Redistribution in Frame with Settling Footings*. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 3(1): 75-92, 1989. DOI:10.1061/(ASCE)0887-3801(1989)3:1(75)
19. AL-SHAMRANI, M., AL-MASHARY, F. *A Simplified Computation of the Interactive Behavior Between Soils and Framed Structures* [interaktyvus]. *Journal of King Saud University*, 16(1): 37-60, 2003 [žiūrėta 2022-12-06]. ISSN: 1018-3639. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1018363918307797>
20. BOSCARDIN, M., AND CORDING, E. *Building Response to Excavation-Induced Settlement* [interaktyvus]. *Journal of Geotechnical Engineering*, 115(1): 1-21, 1989 [žiūrėta 2022-12-06]. ISSN: 0733-9410. Prieiga per: [https://www.academia.edu/5216969/Building\\_Response\\_to\\_Excavation\\_Induced\\_Settlement](https://www.academia.edu/5216969/Building_Response_to_Excavation_Induced_Settlement)
21. ROY, C., DUTTA, S. *Differential Settlement Among Isolated Footings of Building Frames: The Problem, its Estimation and Possible Measures* [interaktyvus]. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 6(1): 1781-1792, 2001 [žiūrėta 2022-12-06]. Prieiga per: <https://www.researchgate.net/profile/Rana-Roy->

- [2/publication/265719446\\_Differential\\_settlement\\_among\\_isolated\\_foundings\\_of\\_building\\_frames\\_The\\_problem\\_its\\_estimation\\_and\\_possible\\_measures/links/5851377308ae7d33e01296f9/Differential-settlement-among-isolated-footings-of-building-frames-The-problem-its-estimation-and-possible-measures.pdf](https://www.researchgate.net/publication/265719446_Differential_settlement_among_isolated_foundings_of_building_frames_The_problem_its_estimation_and_possible_measures/links/5851377308ae7d33e01296f9/Differential-settlement-among-isolated-footings-of-building-frames-The-problem-its-estimation-and-possible-measures.pdf)
22. LAHRI, A., GARG, V. *Effect of Differential Settlement on Frame Forces* [interaktyvus]. International Journal of Research in Engineering and Technology, 4(9): 453-464, 2015 [žiūrėta 2022-12-06]. eISSN: 2319-1163. Prieiga per: [https://www.academia.edu/21674333/EFFECT\\_OF\\_DIFFERENTIAL\\_SETTLEMENT\\_ON\\_FRAME\\_FORCES\\_A\\_PARAMETRIC\\_STUDY](https://www.academia.edu/21674333/EFFECT_OF_DIFFERENTIAL_SETTLEMENT_ON_FRAME_FORCES_A_PARAMETRIC_STUDY)
  23. BOLDINI, D., LOSACCO, N., BERTLOIN, S., AND AMOROSI, A. *Modeling of Reinforced Concrete Framed Structures Interacting with a Shallow Tunnel* [interaktyvus]. Proceedings of the 6th Italian Conference of Researchers in Geotechnical Engineering, September 22-23, Bologna, Italy, 2016 [žiūrėta 2022-12-06]. ISSN: 1877-7058. Prieiga per: <https://core.ac.uk/download/pdf/81140672.pdf>
  24. SAVARIS, G., HALLAK, P., AND MAIA, P. *Influence of Foundation Settlements in Load Redistribution on Columns in a Monitoring Construction - Case Study* [interaktyvus]. Revista IBRACON de Estruturas e Materiais, 3(3): 346-356, 2010 [žiūrėta 2022-12-06]. ISSN 1983-4195. Prieiga per: <https://www.scielo.br/j/riem/a/vgxmQkw6LRTbxMJhyHM4G3w/abstract/?lang=en>
  25. LIN, L., HANNA, A., SINHA, A., AND TIRCA, L. *Structural Response to Differential Settlement of Its Foundations* [interaktyvus]. Journal of Civil Engineering Research, 5(3): 59-66, 2015 [žiūrėta 2022-12-06]. e-ISSN: 2163-2340. Prieiga per: <http://article.sapub.org/10.5923.j.jce.20150503.02.html>
  26. AMERI, M. R., ASCE, S. M., MASSUMI, A., MASOOMI, H., ASCE, S. M. *Effect of Structural Redundancy on Progressive Collapse Resistance Enhancement in RC Frame Structures* [interaktyvus]. Journal of Performance of Constructed Facilities, 33(1), 2019 [žiūrėta 2022-09-28]. ISSN:0887-3828. Prieiga per: <https://www.tib.eu/en/search/id/asce:7048f2d853795e1550be4177bdc1bd670ccb2b38/Effect-of-Structural-Redundancy-on-Progressive?cHash=029ebe49b00650b1d483b1bc3253b59e>
  27. HANNA, A. *Interactions between superstructure and substructure of buildings for achieving economical building design*. International Journal for Housing Science, 27(3), 167–175, 2003. SSN:0146-6518.
  28. D. SLIŽYTĖ, MEDZVIECKAS J., MACKEVIČIUS R., *Pamatai ir pagrindai: vadovėlis* [interaktyvus]. Vilnius:Technika, 2012 [žiūrėta 2022-12-06]. ISBN 978-609-457-176-3. Prieiga per: [http://www.lsis.lt/naudinga/item/download/49\\_b7107c2941198bbb44f39b69e5a57ff2](http://www.lsis.lt/naudinga/item/download/49_b7107c2941198bbb44f39b69e5a57ff2)
  29. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. STR 2.05.21:2016, *Geotechninis projektavimas. Bendrieji reikalavimai* [interaktyvus]. TAR, 2016-07-08, Nr. 19388 [žiūrėta 2022-10-19]. Prieiga internetu :<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/091b93d041e411e69f7afa4bbf73635e?jfwid=32wf58e9>
  30. KIM, Y. J., GAJAN, S., SAAFI, M. *Settlement Rehabilitation of a 35-Year-Old Building : Case Study Integrated with Analysis and Implementation* [interaktyvus]. Practice periodical on structural design and construction, 16(4), 215–222, 2011 [žiūrėta 2022-12-07]. DOI:10.1061/(ASCE)SC.1943-5576.0000092. Prieiga per: [https://www.researchgate.net/publication/273745955\\_Settlement\\_Rehabilitation\\_of\\_a\\_35-Year-Old\\_Building\\_Case\\_Study\\_Integrated\\_with\\_Analysis\\_and\\_Implementation](https://www.researchgate.net/publication/273745955_Settlement_Rehabilitation_of_a_35-Year-Old_Building_Case_Study_Integrated_with_Analysis_and_Implementation)

31. LAEFER, D. F., CERIBASI, S., LONG, J. H., CORDING, E. J. *Predicting RC Frame Response to Excavation-Induced Settlement* [interaktyvus]. Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering, 135(11), 1605–1619, 2009 [žiūrėta 2022-12-07]. DOI: 10.1061/(ASCE)GT.1943-5606.0000128. Prieiga per: [https://www.researchgate.net/publication/245294644\\_Predicting\\_RC\\_Frame\\_Response\\_to\\_Excavation-Induced\\_Settlement](https://www.researchgate.net/publication/245294644_Predicting_RC_Frame_Response_to_Excavation-Induced_Settlement)
32. BOONE, S. J., WESTLAND, J., NUSINK, R. *Comparative evaluation of building responses to an adjacent braced excavation* [interaktyvus]. Can. Geotech. J., 36, 210–223, 1999 [žiūrėta 2022-12-07]. ISSN 0008-3674. Prieiga per: <https://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=1971162>
33. SON, M., CORDING, E. *Response of buildings with differential structural types to excavation-induced ground settlement* [interaktyvus]. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 137 (4): 323-333, 2011 [žiūrėta 2022-12-07]. ISSN: 1090-0241. Prieiga per: <https://web-p-ebSCOhost-com.ezproxy.ktu.edu/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=f2bbfe8f-3d31-4b87-9f0f-acecf05491f7%40redis>
34. HUANG, H., HUANG, M., ZHANG, W., GUO, M., LIU, B. *Progressive collapse of multistory 3D reinforced concrete frame structures after the loss of an edge column* [interaktyvus]. Structure and infrastructure engineering, vol. 18, no. 2, 249–265, 2022 [žiūrėta 2022-12-07]. ISSN: 1573-2479. Prieiga per: <https://www.tandfonline-com.ezproxy.ktu.edu/doi/full/10.1080/15732479.2020.1841245>
35. BOWLES, J. E. *Foundation Analysis and Design* [interaktyvus]. 5th ed. New York: Mc Graw-Hill, 1997 [žiūrėta 2022-12-07]. ISBN 0-07-912247-7. Prieiga per: [https://www.academia.edu/37455233/FOUNDATION\\_ANALYSIS\\_AND\\_DESIGN\\_Fifth\\_Edition\\_The\\_McGraw\\_Hill\\_Companies\\_Inc](https://www.academia.edu/37455233/FOUNDATION_ANALYSIS_AND_DESIGN_Fifth_Edition_The_McGraw_Hill_Companies_Inc)
36. SMIT, G. *The behavior of modern flexible framed structures undergoing differential settlement* [interaktyvus], Ph.D. thesis, School of Civil Engineering and the Environment, University of Southampton, 2010 [žiūrėta 2022-12-07]. Prieiga per: <https://eprints.soton.ac.uk/196447/>
37. LE, T.M.H., GALLIPOLI, D., SANCHEZ, M. WHEELER, S. *Rainfall-induced differential settlements of foundations on heterogeneous unsaturated soils* [interaktyvus]. Géotechnique, Vol. 63, No. 15, pp. 1346–1355, 2013 [žiūrėta 2022-12-07]. DOI: 10.1680/geot.12.P.181. Prieiga per: [https://www.researchgate.net/publication/259481009\\_Rainfall-induced\\_differential\\_settlements\\_of\\_foundations\\_on\\_heterogeneous\\_unsaturated\\_soils](https://www.researchgate.net/publication/259481009_Rainfall-induced_differential_settlements_of_foundations_on_heterogeneous_unsaturated_soils)
38. FENTON, GA., GRIFFITHS, DV., CAVERS, W. *Resistance Factors for Settlement Design* [interaktyvus]. Canadian Geotechnical Journal, 42, 1422-1436, 2005 [žiūrėta 2022-12-07]. DOI: 10.1139/T05-053. Prieiga per: [http://random.engmath.dal.ca/fenton/pubs/journal/2005/Fenton\\_SettlementResistanceFactors\\_2005.pdf](http://random.engmath.dal.ca/fenton/pubs/journal/2005/Fenton_SettlementResistanceFactors_2005.pdf)
39. KARUBE, D., KAWAI, K. *The role of pore water in mechanical behaviour of unsaturated soil* [interaktyvus]. Geotechnical and Geological Engineering, 19, 211-241, 2001 [žiūrėta 2022-12-07]. ISSN: 0960-3182. Prieiga per: <https://link-springer-com.ezproxy.ktu.edu/article/10.1023/A:1013188200053>
40. KAWAI, K., IIZUKA, A., HAYAKAWA, E., WANG, W. *Non-uniform settlement of compacted earth structures caused by deformation characteristic of compacted soil on wetting* [interaktyvus]. Soil and Foundations, 47, 195-205, 2007 [žiūrėta 2022-12-06]. ISSN: 0038-0806.

Prieiga per: <https://www.sciencedirect-com.ezproxy.ktu.edu/search?docId=00380806&issue=2&page=195&volume=47>

41. LIETUVOS STATYBOS INŽINIERIŲ SĄJUNGA. Pastatų konstruktoriaus ir statybininko žinynas. Leidykla: Naujasis lankas, 2009. ISBN 978-9955-03-565-7.

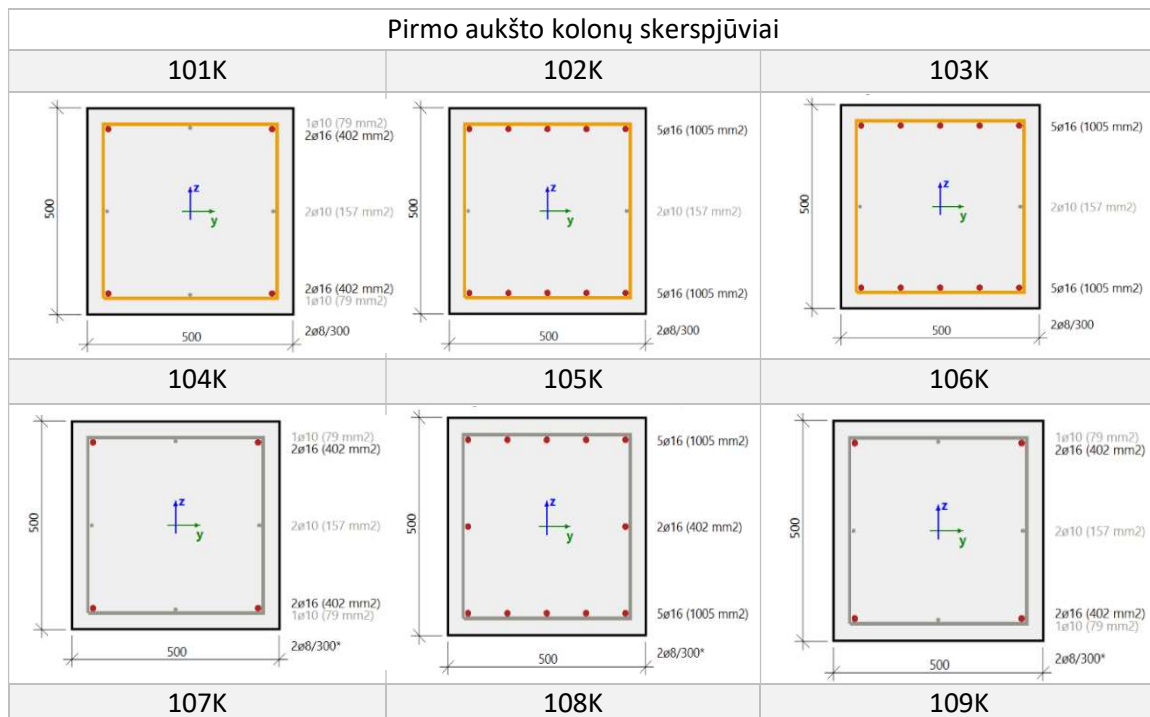


## Priedai

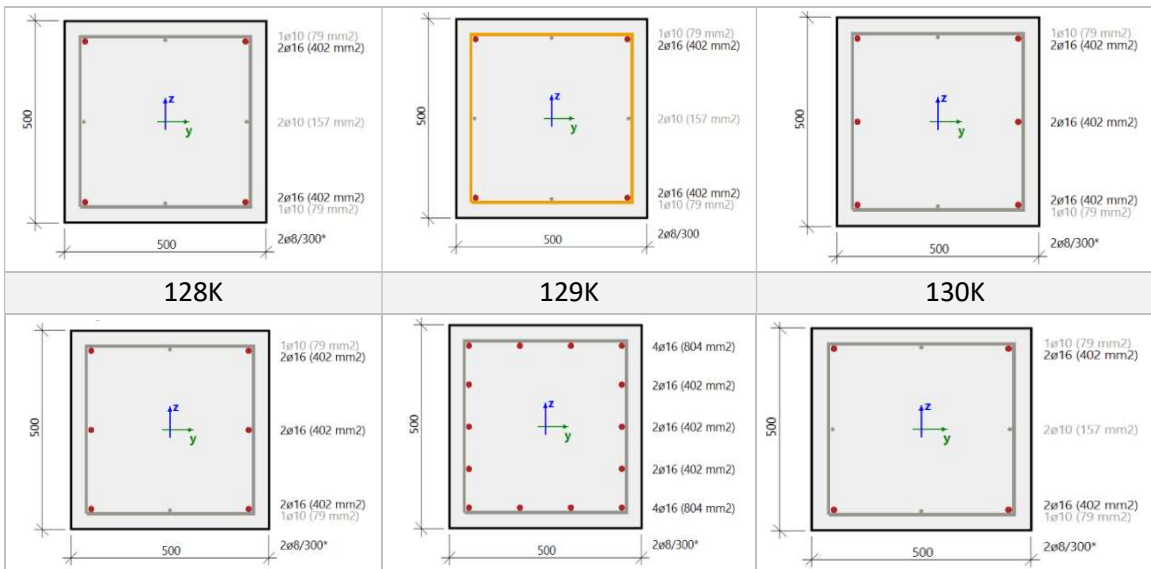
### 1 priedas. Dalyvavimo studentų mokslinėje konferencijoje „SMART BUILT ENVIRONMENT“ sertifikatas.



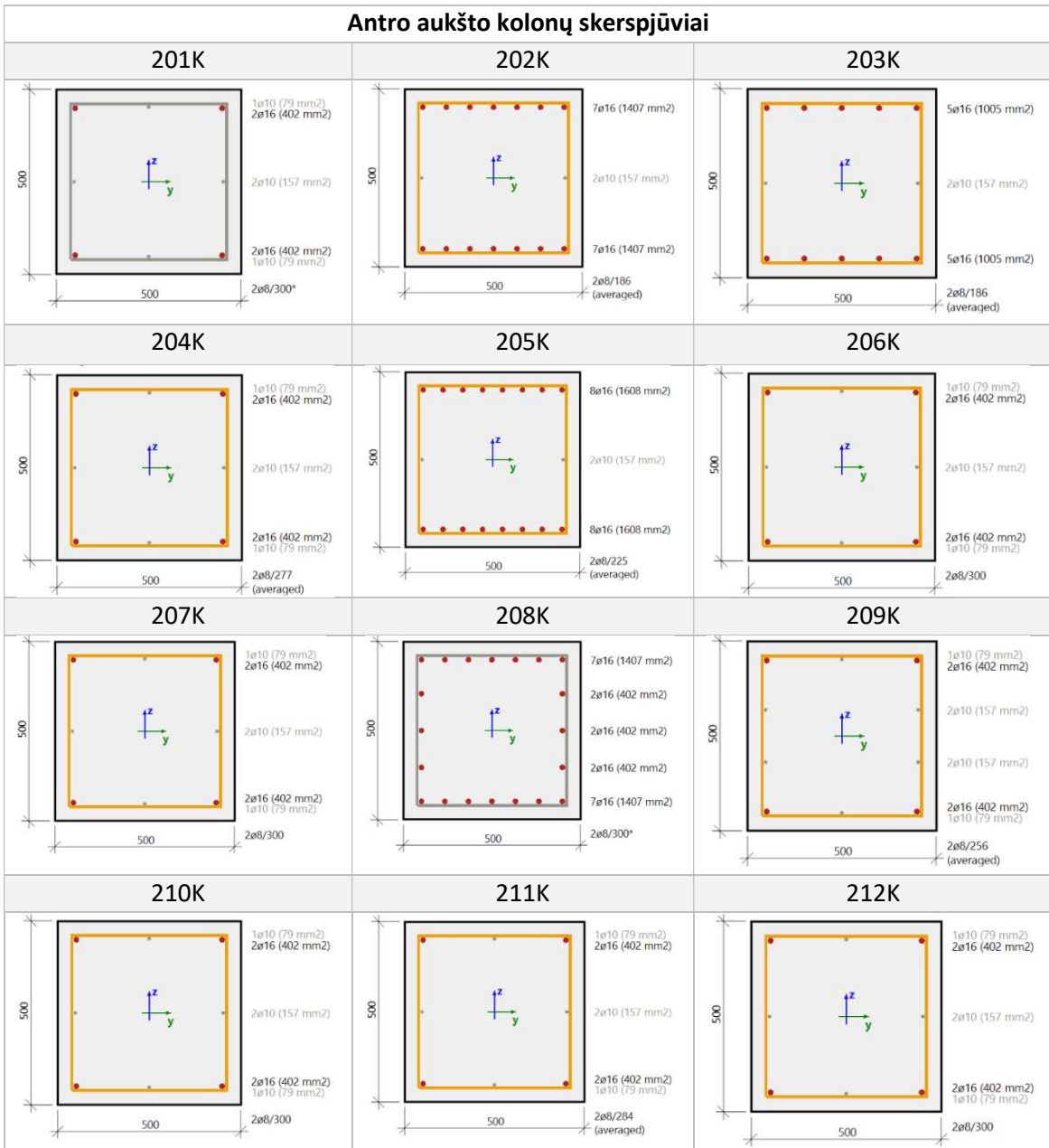
### 2 priedas. Optimizuoti pastato laikančiųjų elementų skerspjūviai ir jų armavimas.



<b>110K</b>	<b>111K</b>	<b>112K</b>
<b>113K</b>	<b>114K</b>	<b>115K</b>
<b>116K</b>	<b>117K</b>	<b>118K</b>
<b>119K</b>	<b>120K</b>	<b>121K</b>
<b>122K</b>	<b>123K</b>	<b>124K</b>
<b>125K</b>	<b>126K</b>	<b>127K</b>



**Antro aukšto kolonų skerspjūviai**



<p style="text-align: center;"><b>213K</b></p> <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>214K</b></p> <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300*</p>	<p style="text-align: center;"><b>215K</b></p> <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300*</p>
<p style="text-align: center;"><b>216K</b></p> <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>217K</b></p> <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300*</p>	<p style="text-align: center;"><b>218K</b></p> <p>4e16 (804 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 4e16 (804 mm<sup>2</sup>) 2e8/300*</p>
<p style="text-align: center;"><b>219K</b></p> <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>220K</b></p> <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>221K</b></p> <p>9e16 (1810 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 9e16 (1810 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>
<p style="text-align: center;"><b>222K</b></p> <p>7e16 (1407 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 7e16 (1407 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>223K</b></p> <p>6e16 (1206 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 6e16 (1206 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>224K</b></p> <p>6e16 (1206 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 6e16 (1206 mm<sup>2</sup>) 2e8/300*</p>
<p style="text-align: center;"><b>225K</b></p> <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>226K</b></p> <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>227K</b></p> <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/287 (averaged)</p>
<p style="text-align: center;"><b>228K</b></p> <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/287 (averaged)</p>	<p style="text-align: center;"><b>229K</b></p> <p>4e16 (804 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 4e16 (804 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>230K</b></p> <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>

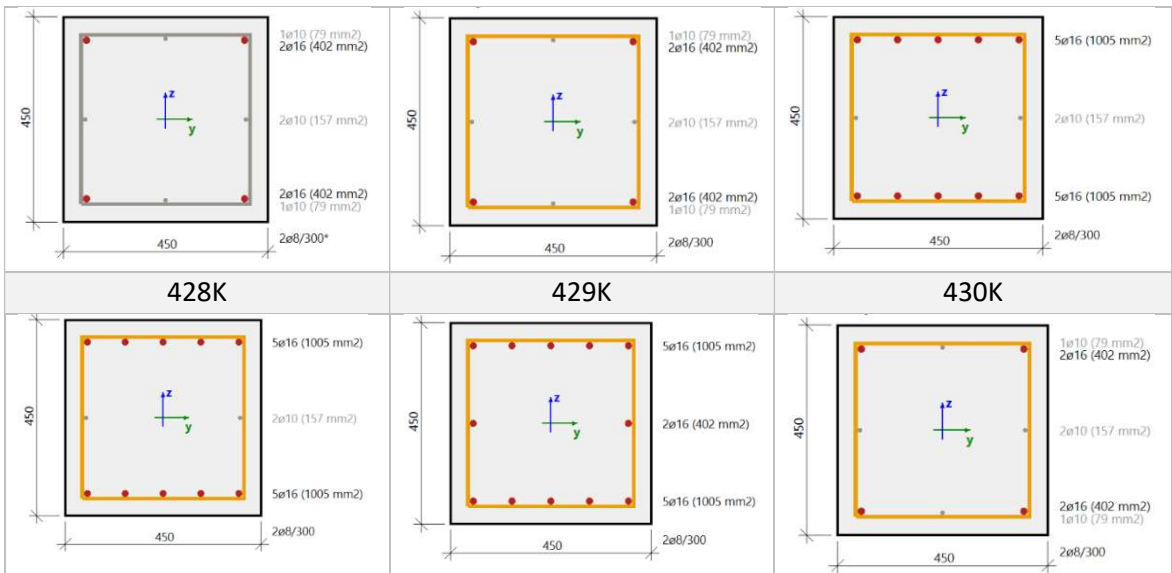
**Trečio aukšto kolonų skerspjūviai**

<p style="text-align: center;"><b>301K</b></p> <p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>302K</b></p> <p>6ø16 (1206 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 6ø16 (1206 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>303K</b></p> <p>5ø16 (1005 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 5ø16 (1005 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>
<p style="text-align: center;"><b>304K</b></p> <p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>305K</b></p> <p>7ø16 (1407 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 7ø16 (1407 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>306K</b></p> <p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>
<p style="text-align: center;"><b>307K</b></p> <p>2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>308K</b></p> <p>7ø16 (1407 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 7ø16 (1407 mm<sup>2</sup>) 2ø8/200</p>	<p style="text-align: center;"><b>309K</b></p> <p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/192 (averaged)</p>
<p style="text-align: center;"><b>310K</b></p> <p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p style="text-align: center;"><b>311K</b></p> <p>4ø16 (804 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 4ø16 (804 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>312K</b></p> <p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>
<p style="text-align: center;"><b>313K</b></p> <p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>314K</b></p> <p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p style="text-align: center;"><b>315K</b></p> <p>3ø16 (603 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 3ø16 (603 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>
<p style="text-align: center;"><b>316K</b></p> <p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/187 (averaged)</p>	<p style="text-align: center;"><b>317K</b></p> <p>4ø16 (804 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 4ø16 (804 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p style="text-align: center;"><b>318K</b></p> <p>6ø16 (1206 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 6ø16 (1206 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>
<p style="text-align: center;"><b>319K</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>320K</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>321K</b></p>

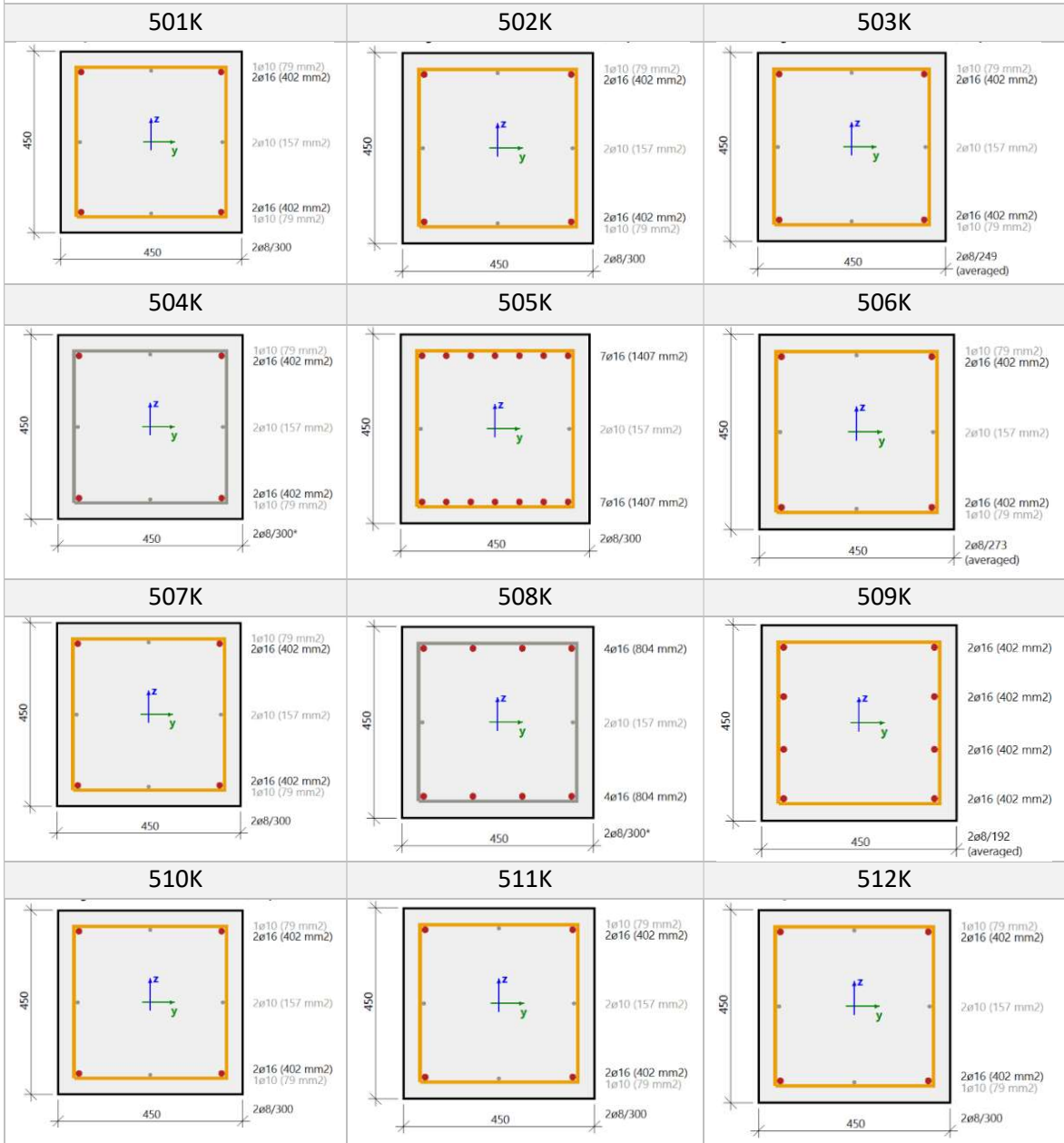
<p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p>3e16 (603 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 3e16 (603 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p>9e16 (1810 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 9e16 (1810 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>
<b>322K</b>	<b>323K</b>	<b>324K</b>
<p>7e16 (1407 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 7e16 (1407 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p>7e16 (1407 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 7e16 (1407 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p>6e16 (1206 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 6e16 (1206 mm<sup>2</sup>) 2e8/200</p>
<b>325K</b>	<b>326K</b>	<b>327K</b>
<p>5e16 (1005 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 5e16 (1005 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p>6e16 (1206 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 6e16 (1206 mm<sup>2</sup>) 2e8/300*</p>	<p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>
<b>328K</b>	<b>329K</b>	<b>330K</b>

<b>Ketvirto aukšto kolonų skerspjūviai</b>		
<p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>
<b>401K</b>	<b>402K</b>	<b>403K</b>
<p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p>8e16 (1608 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 8e16 (1608 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>
<b>404K</b>	<b>405K</b>	<b>406K</b>

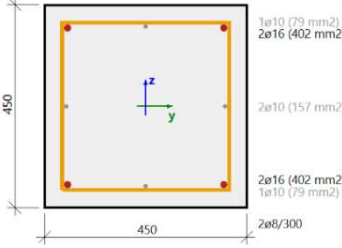
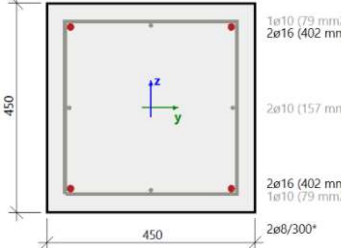
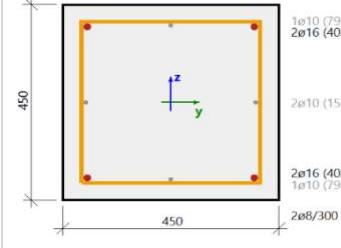
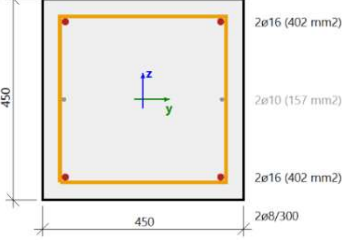
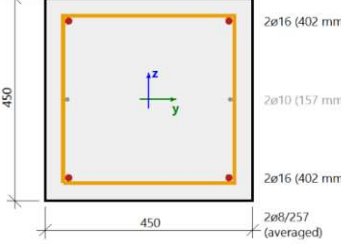
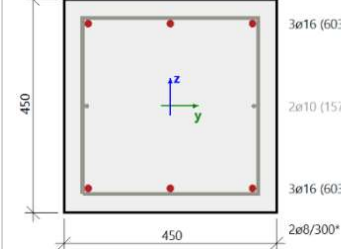
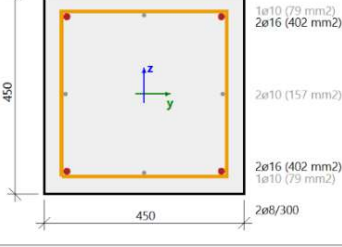
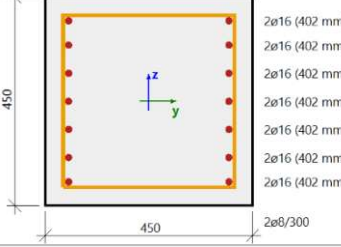
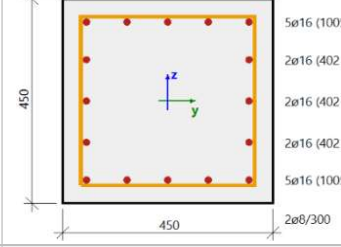
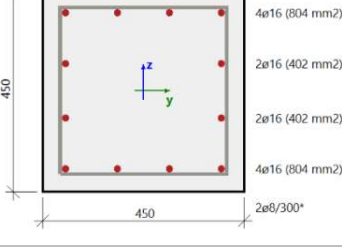
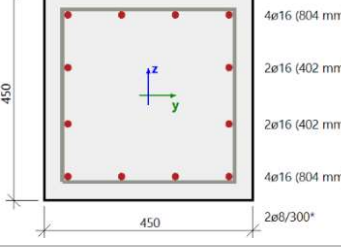
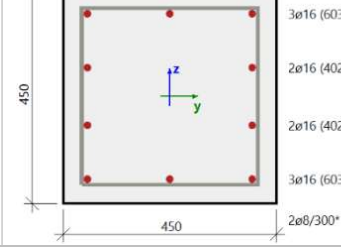
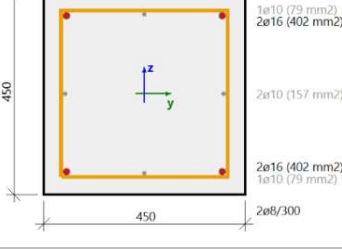
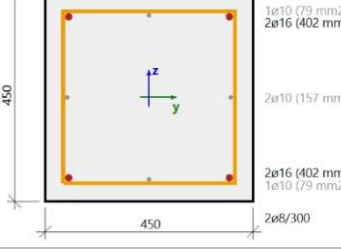
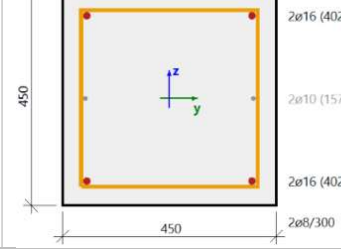
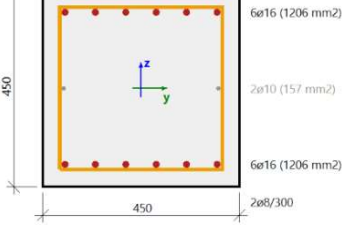
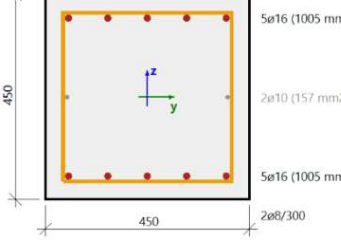
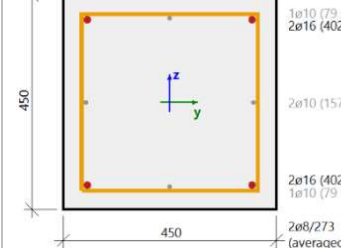
<p style="text-align: center;"><b>407K</b></p> <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>408K</b></p> <p>6e16 (1206 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 6e16 (1206 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e8/300*</p>	<p style="text-align: center;"><b>409K</b></p> <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>
<p style="text-align: center;"><b>410K</b></p> <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300*</p>	<p style="text-align: center;"><b>411K</b></p> <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>412K</b></p> <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>
<p style="text-align: center;"><b>413K</b></p> <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>414K</b></p> <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300*</p>	<p style="text-align: center;"><b>415K</b></p> <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>
<p style="text-align: center;"><b>416K</b></p> <p>4e16 (804 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 4e16 (804 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>417K</b></p> <p>2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e8/271 (averaged)</p>	<p style="text-align: center;"><b>418K</b></p> <p>4e16 (804 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 4e16 (804 mm<sup>2</sup>) 2e8/300*</p>
<p style="text-align: center;"><b>419K</b></p> <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>420K</b></p> <p>2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>421K</b></p> <p>7e16 (1407 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 7e16 (1407 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>
<p style="text-align: center;"><b>422K</b></p> <p>6e16 (1206 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 6e16 (1206 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>423K</b></p> <p>5e16 (1005 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 5e16 (1005 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>424K</b></p> <p>4e16 (804 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 4e16 (804 mm<sup>2</sup>) 2e8/300*</p>
<p style="text-align: center;"><b>425K</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>426K</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>427K</b></p>



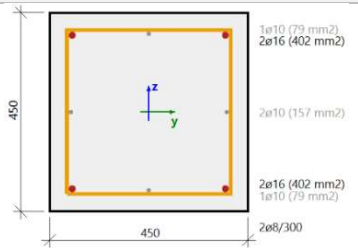
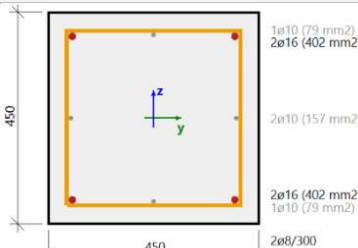
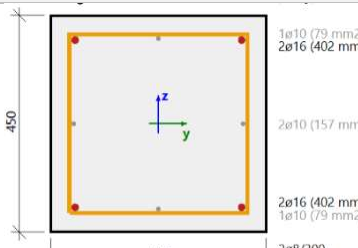
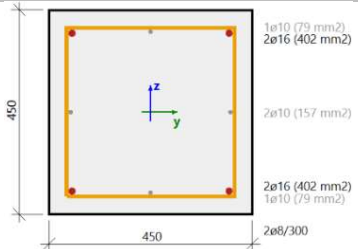
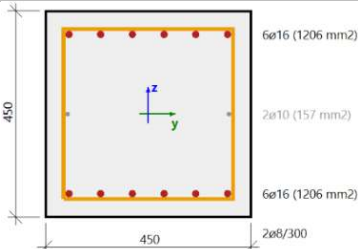
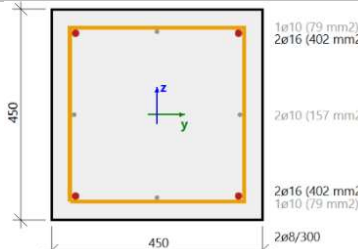
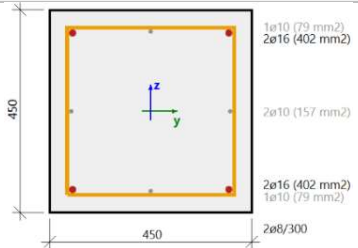
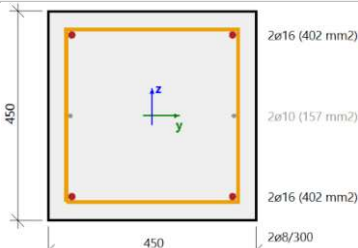
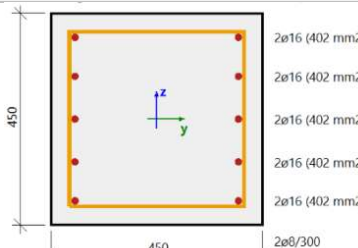
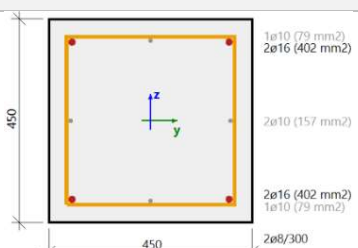
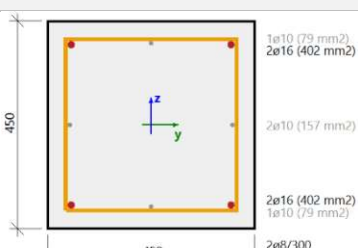
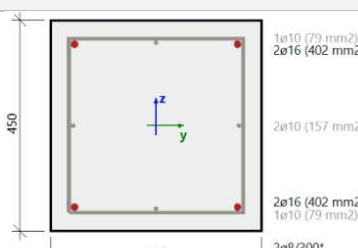
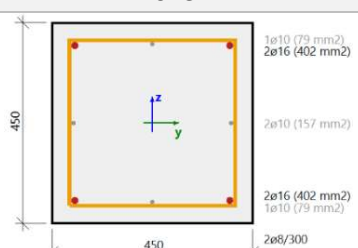
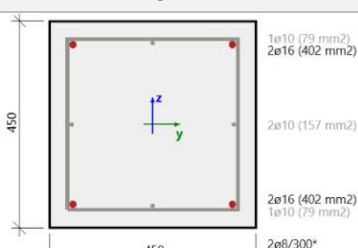
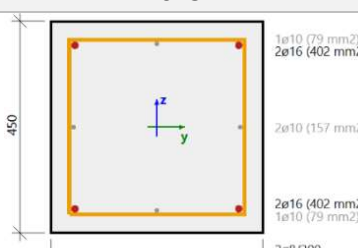
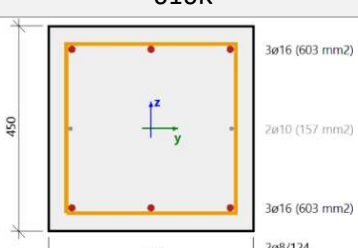
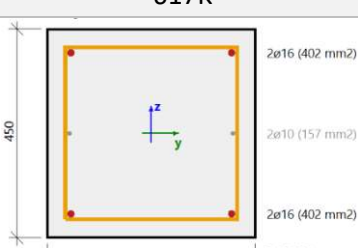
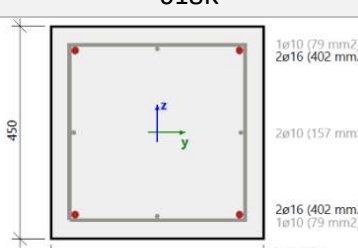
**Penkto aukšto kolonų skerspjūviai**





<p><b>513K</b></p>  <p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p><b>514K</b></p>  <p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p><b>515K</b></p>  <p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>
<p><b>516K</b></p>  <p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p><b>517K</b></p>  <p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/257 (averaged)</p>	<p><b>518K</b></p>  <p>3ø16 (603 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 3ø16 (603 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>
<p><b>519K</b></p>  <p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p><b>520K</b></p>  <p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p><b>521K</b></p>  <p>5ø16 (1005 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 5ø16 (1005 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>
<p><b>522K</b></p>  <p>4ø16 (804 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 4ø16 (804 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p><b>523K</b></p>  <p>4ø16 (804 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 4ø16 (804 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p><b>524K</b></p>  <p>3ø16 (603 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 3ø16 (603 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>
<p><b>525K</b></p>  <p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p><b>526K</b></p>  <p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p><b>527K</b></p>  <p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>
<p><b>528K</b></p>  <p>6ø16 (1206 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 6ø16 (1206 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p><b>529K</b></p>  <p>5ø16 (1005 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 5ø16 (1005 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p><b>530K</b></p>  <p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/273 (averaged)</p>

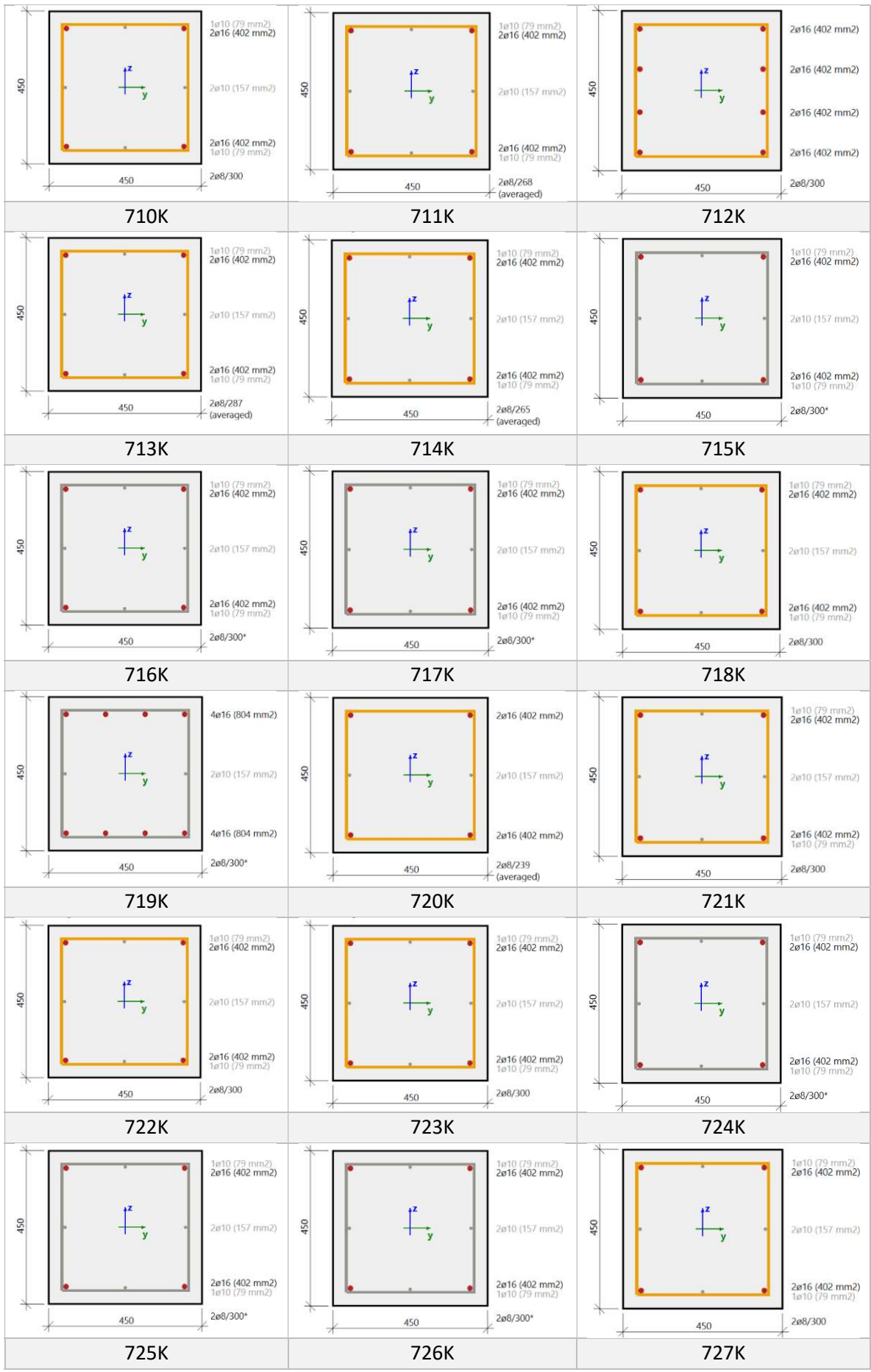
**Šešto aukšto kolonų skerspjūviai**

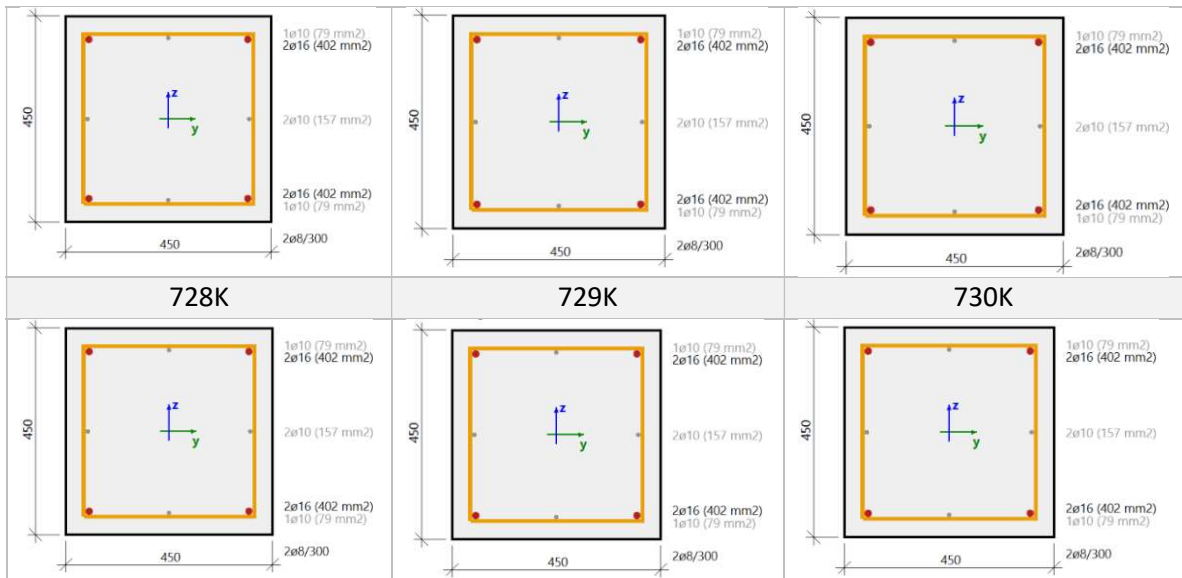
<p style="text-align: center;"><b>601K</b></p>  <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>602K</b></p>  <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>603K</b></p>  <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>
<p style="text-align: center;"><b>604K</b></p>  <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>605K</b></p>  <p>6e16 (1206 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 6e16 (1206 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>606K</b></p>  <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>
<p style="text-align: center;"><b>607K</b></p>  <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>608K</b></p>  <p>2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>609K</b></p>  <p>2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>
<p style="text-align: center;"><b>610K</b></p>  <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>611K</b></p>  <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>612K</b></p>  <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300*</p>
<p style="text-align: center;"><b>613K</b></p>  <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>614K</b></p>  <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300*</p>	<p style="text-align: center;"><b>615K</b></p>  <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>
<p style="text-align: center;"><b>616K</b></p>  <p>3e16 (603 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 3e16 (603 mm<sup>2</sup>) 2e8/124 (averaged)</p>	<p style="text-align: center;"><b>617K</b></p>  <p>2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e8/239 (averaged)</p>	<p style="text-align: center;"><b>618K</b></p>  <p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300*</p>
<p style="text-align: center;"><b>619K</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>620K</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>621K</b></p>

<p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/192 (averaged)</p>	<p>4e16 (804 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 4e16 (804 mm<sup>2</sup>) 2e8/300*</p>
<b>622K</b>	<b>623K</b>	<b>624K</b>
<p>2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e8/300*</p>	<p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300*</p>	<p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>
<b>625K</b>	<b>626K</b>	<b>627K</b>
<p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p>6e16 (1206 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 6e16 (1206 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>
<b>628K</b>	<b>629K</b>	<b>630K</b>

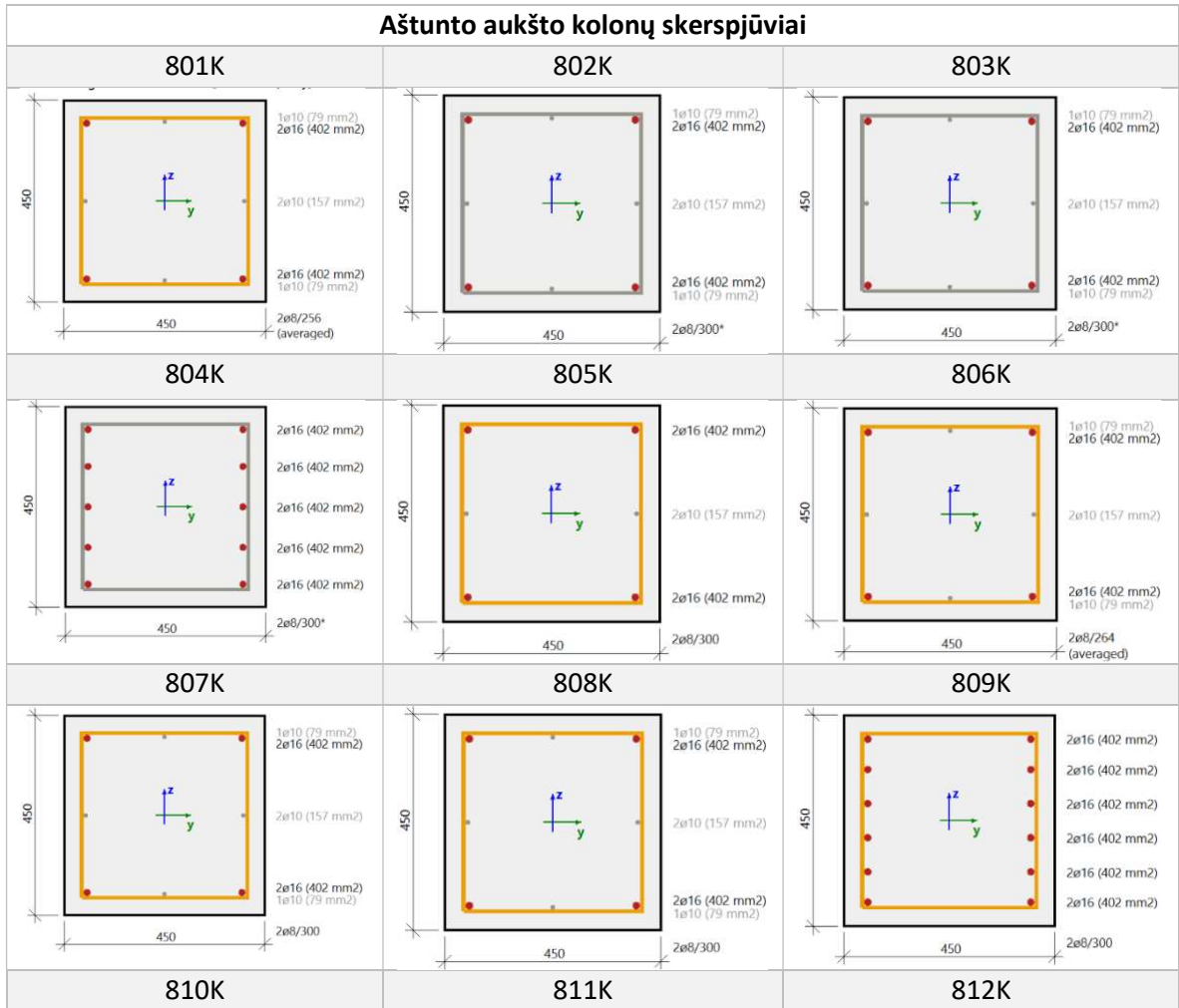
### Septinto aukšto kolonų skerspjūviai

<p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300*</p>	<p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/228 (averaged)</p>
<b>701K</b>	<b>702K</b>	<b>703K</b>
<p>2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e8/300*</p>	<p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>	<p>1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 2e10 (157 mm<sup>2</sup>) 2e16 (402 mm<sup>2</sup>) 1e10 (79 mm<sup>2</sup>) 2e8/300</p>
<b>704K</b>	<b>705K</b>	<b>706K</b>
<b>707K</b>	<b>708K</b>	<b>709K</b>

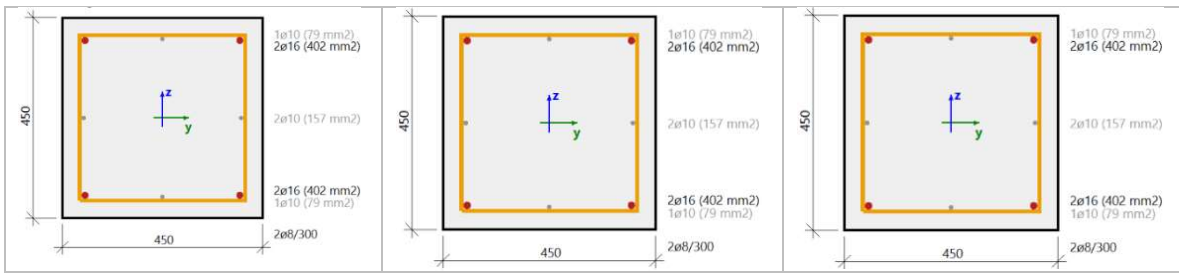




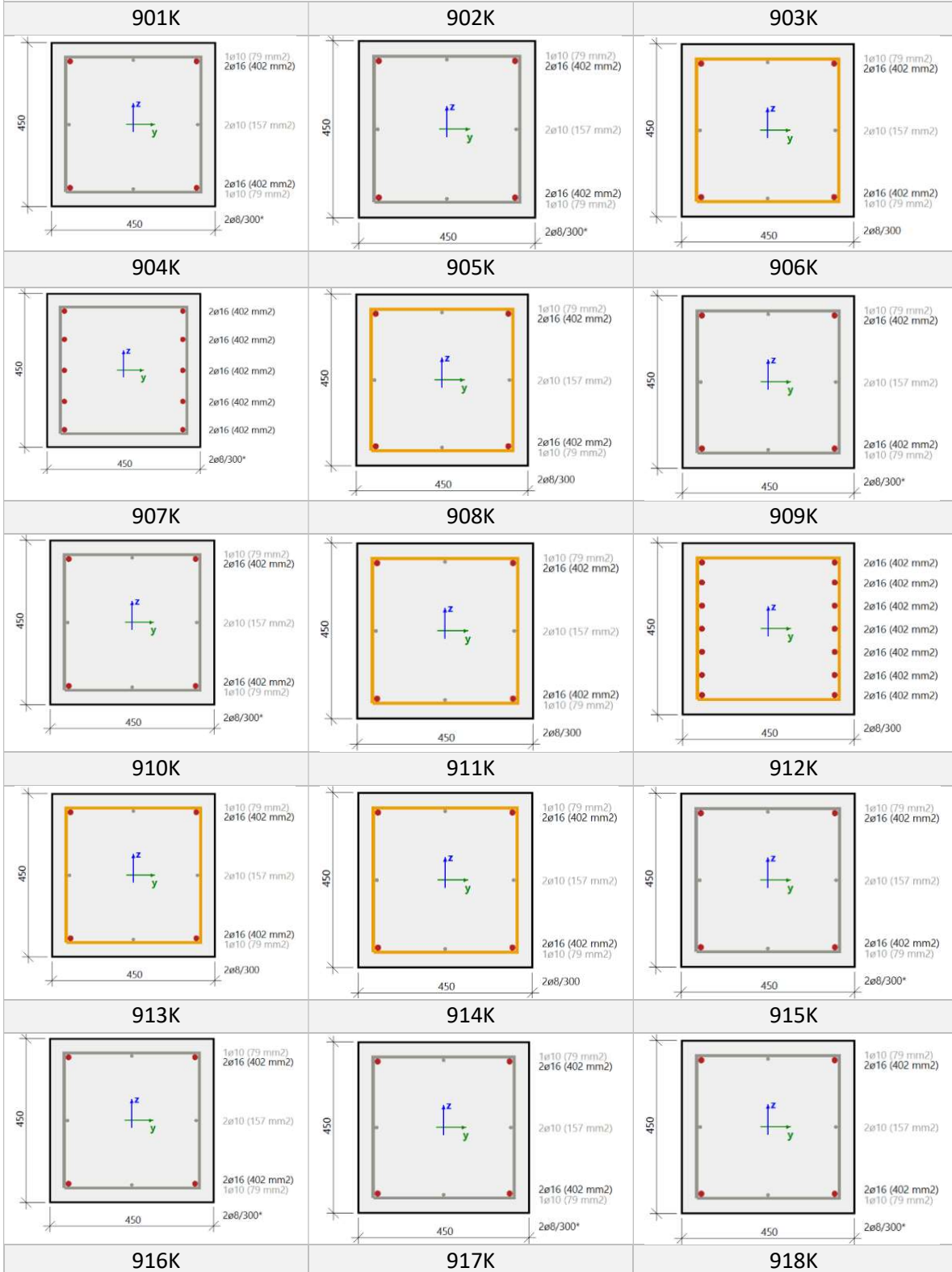
### Aštunto aukšto kolonų skerspjūviai



<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>
<b>813K</b>	<b>814K</b>	<b>815K</b>
<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>
<b>816K</b>	<b>817K</b>	<b>818K</b>
<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>
<b>819K</b>	<b>820K</b>	<b>821K</b>
<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>
<b>822K</b>	<b>823K</b>	<b>824K</b>
<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>
<b>825K</b>	<b>826K</b>	<b>827K</b>
<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>
<b>828K</b>	<b>829K</b>	<b>830K</b>



**Devinto aukšto kolonų skerspjūviai**



<p>7ø16 (1407 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 7ø16 (1407 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/239 (averaged)</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>
<b>919K</b>	<b>920K</b>	<b>921K</b>
<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/253 (averaged)</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>
<b>922K</b>	<b>923K</b>	<b>924K</b>
<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>
<b>925K</b>	<b>926K</b>	<b>927K</b>
<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>
<b>928K</b>	<b>929K</b>	<b>930K</b>

### Dešimto aukšto kolonų skerspjūviai

<b>1001K</b>	<b>1002K</b>	<b>1003K</b>
<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>



<p style="text-align: center;"><b>1004K</b></p> <p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p style="text-align: center;"><b>1005K</b></p> <p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p style="text-align: center;"><b>1006K</b></p> <p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/257 (averaged)</p>
<p style="text-align: center;"><b>1007K</b></p> <p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p style="text-align: center;"><b>1008K</b></p> <p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p style="text-align: center;"><b>1009K</b></p> <p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>
<p style="text-align: center;"><b>1010K</b></p> <p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p style="text-align: center;"><b>1011K</b></p> <p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p style="text-align: center;"><b>1012K</b></p> <p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>
<p style="text-align: center;"><b>1013K</b></p> <p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p style="text-align: center;"><b>1014K</b></p> <p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p style="text-align: center;"><b>1015K</b></p> <p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>
<p style="text-align: center;"><b>1016K</b></p> <p>8ø16 (1608 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 8ø16 (1608 mm<sup>2</sup>) 2ø8/124 (averaged)</p>	<p style="text-align: center;"><b>1017K</b></p> <p>5ø16 (1005 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 5ø16 (1005 mm<sup>2</sup>) 2ø8/226 (averaged)</p>	<p style="text-align: center;"><b>1018K</b></p> <p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>
<p style="text-align: center;"><b>1019K</b></p> <p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p style="text-align: center;"><b>1020K</b></p> <p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p style="text-align: center;"><b>1021K</b></p> <p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>
<p style="text-align: center;"><b>1022K</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>1023K</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>1024K</b></p>

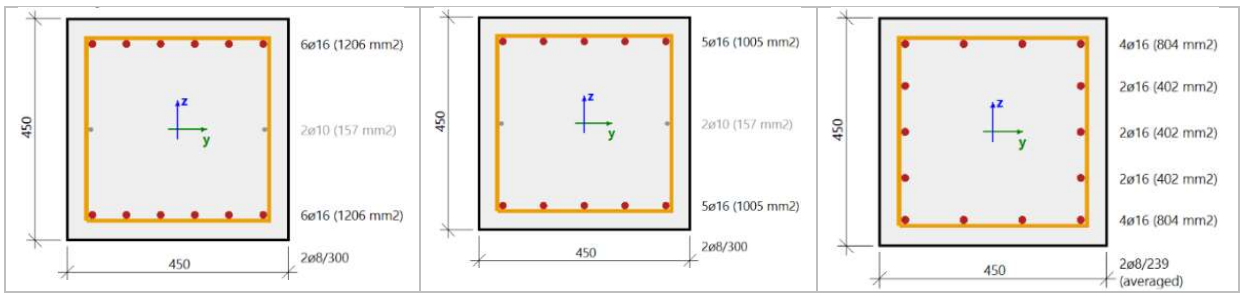
<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>
<b>1025K</b>	<b>1026K</b>	<b>1027K</b>
<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>
<b>1028K</b>	<b>1029K</b>	<b>1030K</b>

<b>Vienuolikto aukšto kolonų skerspjūviai</b>		
<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p>3ø16 (603 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 3ø16 (603 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>
<b>1101K</b>	<b>1102K</b>	<b>1103K</b>
<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p>4ø16 (804 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 4ø16 (804 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>
<b>1104K</b>	<b>1105K</b>	<b>1106K</b>
<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>
<b>1107K</b>	<b>1108K</b>	<b>1109K</b>

<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300</p>
<b>1110K</b>	<b>1111K</b>	<b>1112K</b>
<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>
<b>1113K</b>	<b>1114K</b>	<b>1115K</b>
<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>
<b>1116K</b>	<b>1117K</b>	<b>1118K</b>
<p>8ø16 (1608 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 8ø16 (1608 mm<sup>2</sup>) 2ø8/50</p>	<p>6ø16 (1206 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 6ø16 (1206 mm<sup>2</sup>) 2ø8/256 (averaged)</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>
<b>1119K</b>	<b>1120K</b>	<b>1121K</b>
<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>
<b>1122K</b>	<b>1123K</b>	<b>1124K</b>
<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø8/300*</p>
<b>1125K</b>	<b>1126K</b>	<b>1127K</b>



<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 450 450 2ø8/300</p>	<p>4ø16 (804 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 4ø16 (804 mm<sup>2</sup>) 450 450 2ø8/300</p>	<p>3ø16 (603 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 3ø16 (603 mm<sup>2</sup>) 450 450 2ø8/223 (averaged)</p>
<b>1213K</b>	<b>1214K</b>	<b>1215K</b>
<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 450 450 2ø8/300*</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 450 450 2ø8/300*</p>	<p>4ø16 (804 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 4ø16 (804 mm<sup>2</sup>) 450 450 2ø8/300</p>
<b>1216K</b>	<b>1217K</b>	<b>1218K</b>
<p>12ø16 (2413 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 12ø16 (2413 mm<sup>2</sup>) 450 450 2ø8/50</p>	<p>8ø16 (1608 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 8ø16 (1608 mm<sup>2</sup>) 450 450 2ø8/100</p>	<p>3ø16 (603 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 3ø16 (603 mm<sup>2</sup>) 450 450 2ø8/300*</p>
<b>1219K</b>	<b>1220K</b>	<b>1221K</b>
<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 450 450 2ø8/300</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 450 450 2ø8/100</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 450 450 2ø8/300*</p>
<b>1222K</b>	<b>1223K</b>	<b>1224K</b>
<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 450 450 2ø8/300*</p>	<p>1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 1ø10 (79 mm<sup>2</sup>) 450 450 2ø8/300*</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 450 450 2ø8/300*</p>
<b>1225K</b>	<b>1226K</b>	<b>1227K</b>
<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 450 450 2ø8/300</p>	<p>6ø16 (1206 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 6ø16 (1206 mm<sup>2</sup>) 450 450 2ø8/100</p>	<p>6ø16 (1206 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 6ø16 (1206 mm<sup>2</sup>) 450 450 2ø8/100</p>
<b>1228K</b>	<b>1229K</b>	<b>1230K</b>



**Pirmo – vienuolikto aukšto sijų skerspjūviai**

101S-1101S L=4,5 m	102S-1102S L=4,5 m	103S-1103S L=7,13 m
104S-1104S L=4,88 m	105S-1105S L=7,0 m	106S-1106S L=5,0 m
107S-1107S L=7,74 m	108S-1108S L=5,81 m	109S-1109S L=7,7 m
110S-1110S L=7,0 m	111S-1111S L=7,7 m	112S-1112S L=6,18 m

<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/200</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/200</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/200*</p>
<b>114S-1114S</b>	<b>115S-1115S</b>	<b>116S-1116S</b>
L=3,8 m	L=6,07 m	L=7,7 m
<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/200*</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/200</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 3ø16 (603 mm<sup>2</sup>) 2ø8/200</p>
<b>117S-1117S</b>	<b>118S-1118S</b>	<b>119S-1119S</b>
L=4,5 m	L=7,7 m	L=4,5 m
<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/200</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 3ø16 (603 mm<sup>2</sup>) 2ø8/200</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/200</p>
<b>120S-1120S</b>	<b>121S-1121S</b>	<b>122S-1122S</b>
L=7,7 m	L=2,4 m	L=4,5 m
<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/200</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/200*</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/200*</p>
<b>123S-1123S</b>	<b>124S-1124S</b>	<b>125S-1125S</b>
L=4,5 m	L=5,0 m	L=5,0 m

<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 300 2ø8/200</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 300 2ø8/200</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 300 2ø8/200</p>
<b>126S-1126S</b>	<b>127S-1127S</b>	<b>128S-1128S</b>
<b>L=7,0 m</b>	<b>L=6,06 m</b>	<b>L=2,41 m</b>
<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 300 2ø8/200</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 300 2ø8/200</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 300 2ø8/200*</p>
<b>129S-1129S</b>	<b>130S-1130S</b>	<b>131S-1131S</b>
<b>L=6,03 m</b>	<b>L=6,69 m</b>	<b>L=6,0 m</b>
<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 300 2ø8/200</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 300 2ø8/200</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 300 2ø8/200</p>
<b>132S-1132S</b>	<b>133S-1133S</b>	<b>134S-1134S</b>
<b>L=7,0 m</b>	<b>L=6,0 m</b>	<b>L=5,0 m</b>
<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 300 2ø8/200</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 300 2ø8/200</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 300 2ø8/200*</p>
<b>135S-1135S</b>	<b>136S-1136S</b>	<b>137S-1137S</b>
<b>L=6,0 m</b>	<b>L=7,0 m</b>	<b>L=6,0 m</b>



<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 300 2ø8/200</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 300 2ø8/200</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 300 2ø8/200</p>
<b>139S-1139S</b>	<b>140S-1140S</b>	<b>141S-1141S</b>
L=7,5 m	L=7,5 m	L=6,0 m
<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 300 2ø8/200</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 300 2ø8/200</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 300 2ø8/200</p>
<b>142S-1142S</b>	<b>143S-1143S</b>	<b>144S-1144S</b>
L=7,0 m	L=6,0 m	L=5,0 m
<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 300 2ø8/200</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 300 2ø8/200</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 300 2ø8/200*</p>
<b>145S-1145S</b>	<b>146S-1146S</b>	<b>147S-1147S</b>
L=6,0 m	L=7,0 m	L=6,0 m
<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 300 2ø8/200</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 300 2ø8/200</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 300 2ø8/200</p>
<b>148S-1148S</b>	<b>149S-1149S</b>	<b>113-1113S</b>
L=7,32 m	L=6,03 m	L=2,85 m

<b>138S-1138S</b>		
<b>L=4,5 m</b>		

<b>Dvylīkto aukšto siju skerspūvīai</b>		
<b>1201S</b>	<b>1202S</b>	<b>1203S</b>
<b>L=4,5 m</b>	<b>L=4,5 m</b>	<b>L=7,13 m</b>
<b>1204S</b>	<b>1205S</b>	<b>1206S</b>
<b>L=4,88</b>	<b>L=7,0 m</b>	<b>L=5,0 m</b>

<p>4ø16 (804 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/100</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/200</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/200</p>
<b>1207S</b>	<b>1208S</b>	<b>1209S</b>
L=7,74 m	L=5,81 m	L=7,7 m
<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/200</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/200</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 3ø16 (603 mm<sup>2</sup>) 2ø8/200</p>
<b>1210S</b>	<b>1211S</b>	<b>1212S</b>
L=7,0 m	L=7,7 m	L=6,18 m
<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/200</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/200</p>	<p>4ø16 (804 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/150</p>
<b>1213S</b>	<b>1214S</b>	<b>1215S</b>
L=2,85 m	L=3,8 m	L=6,07 m
<p>5ø16 (1005 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/100</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/200*</p>	<p>2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø10 (157 mm<sup>2</sup>) 2ø16 (402 mm<sup>2</sup>) 2ø8/200</p>
<b>1216S</b>	<b>1217S</b>	<b>1218S</b>
L=7,7 m	L=4,5 m	L=7,7 m

<b>1219S</b>	<b>1220S</b>	<b>1221S</b>
L=4,5 m	L=7,7 m	L=2,4 m
<b>1222S</b>	<b>1223S</b>	<b>1224S</b>
L=4,5 m	L=4,5 m	L=7,0 m
<b>1225S</b>	<b>1226S</b>	<b>1227S</b>
L=5,0 m	L=7,0 m	L=6,06 m
<b>1228S</b>	<b>1229S</b>	<b>1230S</b>
L=2,41 m	L=6,03 m	L=6,69 m

<b>1231S</b>	<b>1232S</b>	<b>1233S</b>
<b>L=6,0 m</b>	<b>L=7,0 m</b>	<b>L=6,0 m</b>
<b>1234S</b>	<b>1235S</b>	<b>1236S</b>
<b>L=5,0 m</b>	<b>L=6,0 m</b>	<b>L=7,0 m</b>
<b>1237S</b>	<b>1238S</b>	<b>1239S</b>
<b>L=6,0 m</b>	<b>L=4,5 m</b>	<b>L=7,5 m</b>
<b>1240S</b>	<b>1241S</b>	<b>1242S</b>
<b>L=7,5 m</b>	<b>L=6,0 m</b>	<b>L=7,0 m</b>

