

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
PANEVĖŽIO TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO FAKULTETAS
TECHNOLOGIJŲ KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas
(parašas) Doc. dr. Arūnas Tautkus
(data)

Slenkančių klojinių panaudojimo tyrimas

Baigiamasis magistro projektas
Statyba (kodas 621J80001)

Vadovas

(parašas) Doc. Saulius Sušinskas
(data)

Recenzentas

(parašas) Doc. Andrius Stasiškis
(data)

Projektą atliko

(parašas) Simas Balaišis
(data)

PANEVĖŽYS, 2016

Balaišis, S. Slenkančių klojinių panaudojimo tyrimas. Magistro baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Saulius Sušinskas; Kauno technologijos universitetas, Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas, Technologijų katedra.

Panevėžys, 2016. 49 psl.

SANTRAUKA

Klojiniai – elementų ir detalių bendra sistema, suteikianti reikiamas formas monolitinėms konstrukcijoms. Klojinių efektyvumas nuolat didėja, atrandamos vis pažangesnės klojinių technologijos. Šis pagerėjimas gali paspartinti konstrukcijų įrengimo trukmę ir teigiamai įtakoti jų įrengimo kainą. Tinkamas klojinių sistemos pasirinkimas – raktas į sėkmingą projekto įgyvendinimą.

Baigiamojo magistro darbo tikslas yra išanalizuoti slenkančiųjų klojinių pasirinkimo tikslingumą palyginant juos su alternatyviu kilnojamųjų klojinių tipu. Darbe aprašomi slenkantys ir kilnojamieji klojiniai. Tyrimui panaudoti 2011 metais įrengto siloso bokšto statybos rodikliai darbus vykdant slankiaisiais klojiniais. Palyginimui pasirinkta kilnojamųjų klojinių su darbinėmis platformomis sistema iš „Doka“.

Atlikus skaičiavimus palygintas statinio įrengimas su skirtingomis klojinių sistemomis. Rastas aukštis nuo kurio tikslinga naudoti slenkančiuosius klojinius. Palygintos įvairios kainos dedamosios dalys. Sudaryti konstrukcijos kainos ir vienetinių įkainių kitimo priklausomai nuo aukščio grafikai.

Balaišis, S. Research of using sliding formwork. Master final work / supervisor doc. dr. Saulius Sušinskas; Kauno University of Technology, Panevėžys faculty of technologies and business, Department of technology.

Panevėžys, 2016. 49 pg.

SUMMARY

Formwork is a common system of elements and details which provides the necessary forms for monolithic structures. Efficiency of formwork is constantly increasing and more advanced formwork technologies are discovered; therefore, this improvement may speed up the construction installation time and positively influence the cost of installation. Proper choice of formwork systems is a key to a successful project.

The aim of the master thesis is to analyse the appropriateness of sliding formworks compared with an alternative type of movable formwork. The study describes sliding and movable formworks. The study uses the construction indicators of the silo tower installed in the year 2011 in sliding formwork. It is compared with the movable formworks with working platforms system from Doka.

After the calculations, installation of a building with different formwork systems is compared. The height from which it is appropriate to use sliding formwork was found. Various price components were compared. Construction costs and unit rates change depending on height charts were created.

TURINYS

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	2
1. ĮVADAS.....	3
2. KLOJINIAI	5
2.1. Slenkančių klojinių panaudojimas Lietuvoje	5
2.2. Slenkančių klojinių panaudojimas pasaulyje.....	6
3. SLENKANTYS KLOJINIAI	7
3.1. Klojinių sistemos sudedamosios dalys	8
3.2. Klojinių įrengimas	9
3.3. Darbinės aikštelės	10
3.4. Slenkančiųjų klojinių horizontali padėtis ir vertikalumo kontrolė.....	11
3.5. Hidrauliniai keltuvai.....	12
3.6. Betonavimas slenkančiais klojiniais	12
3.7. Reikalavimai betono mišiniui.....	13
3.8. Betono kietėjimo laiko bandymai aikštelėje.....	14
3.9. Slenkančių klojinių privalumai.....	14
4. KILNOJAMIEJI KLOJINIAI	14
4.1. Kilnojамieji klojiniai MF 240.....	15
4.2. Saugus pakabinimas bet kokiam aukštyje	17
4.3. Tipiškas skerspjūvis.....	18
5. SIENŲ ĮRENGIMO SLENKANČIAISIAIS KLOJINIAIS TYRIMAS	20
5.1. Klojinių montavimo išlaidos	21
5.2. Sienų betonavimo išlaidos	22
5.3. Klojinių demontavimo išlaidos.....	22
5.4. Statinio įrengimo išlaidos	23
5.5. Konstrukcijos įrengimo slenkančiais klojiniais kainos radimas	24
5.6. Konstrukcijos kaina charakteringuose taškuose	25
6. SIENŲ ĮRENGIMO TYRIMAS KILNOJAMIAISIAIS „DOKA“ KLOJINIAIS	27
6.1. Sienų įrengimo išlaidų kilnojамiais klojiniais skaičiavimas	31
7. SLENKANČIŲJŲ IR DOKA KILNOJAMŲ KLOJINIŲ SISTEMŲ PALYGINIMAS	36
7.1. 1m ³ įrengimo kainos palyginimas	39
8. IŠVADOS	41
9. LITERATŪROS SĄRAŠAS	42

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

3.1 pav. Klojinių sistemos sudedamosios dalys.....	8
3.2 pav. Sujungimo lynų tvirtinimas prie centrinio žiedo.....	9
3.3 pav. Viršutinė ir apatinė darbo aikštelė.....	10
3.4 pav. Horizontalus klojinių pjūvis.....	10
3.5 pav. Vertikalumo matavimo sistemos taikinys.....	11
3.6 pav. Betonavimo eiliškumas.....	12
4.1 pav. Kilnojamųjų klojinių sudedamosios dalys.....	15
4.2 pav. Sistemos galimos reguliavimo kryptys.....	16
4.3 pav. Sistemos atitraukimo mechanizmas.....	16
4.4 pav. Sistemos pakabinimo detalės.....	17
4.5 pav. Įbetonuotų detalių pjūvis.....	17
4.6 pav. Klojinių sistemos pjūvis.....	18
4.7 pav. Kilnojamų klojinių sistemos darbo ciklai.....	19
5.1 pav. Sienų įrengimo slenkančiais klojiniais etapų trukmė.....	20
5.2 pav. Klojinių montavimo išlaidos.....	21
5.3 pav. Sienų betonavimo išlaidos.....	22
5.4 pav. Klojinių demontavimo išlaidos.....	23
5.5 pav. Sąnaudos dirbant slenkančiais klojiniais.....	23
5.6 pav. Statinio įrengimo kaina slankiaisiais klojiniais.....	26
5.7 pav. 1m ³ įrengimo kaina fiksuotame aukštyje.....	27
6.1 pav. Pirmojo betonavimo ciklo darbo sąnaudos.....	29
6.2 pav. Antrojo betonavimo ciklo darbo sąnaudos.....	29
6.3 pav. Trečiojo – devintojo betonavimo ciklo darbo sąnaudos.....	30
6.4 pav. Dešimtojo betonavimo ciklo darbo sąnaudos.....	31
6.5 pav. Sienų įrengimo „Doka“ klojiniais išlaidos.....	32
6.6 pav. Statinio įrengimo kaina „Doka“ klojiniais.....	34
6.7 pav. Konstrukcijos įrengimo kainos diagrama.....	35
7.1 pav. Klojinių nuomos kainos mėnesiui palyginimas.....	36
7.2 pav. Išlaidos klojinių sistemoms visam statybos laikotarpiui.....	37
7.3 pav. Darbo sąnaudų palyginimas.....	38
7.4 pav. Išlaidų kranui palyginimas.....	38
7.5 pav. 1m ³ kainos palyginimas.....	39
7.6 pav. Statinio įrengimo išlaidų palyginimas.....	39
7.7 pav. Klojinių sistemų kainų palyginimas.....	40

1. ĮVADAS

Statybų sektorius yra vienas iš pagrindinių šalies ūkio šakų. Paprastai tendencijos šiame sektoriuje puikiai atspindi ir bendrą šalies ekonominę situaciją. Vykdamas statybos darbus plėtojasi ir kitos ūkio šakos, turinčios įtakos ekonomikos augimui.

Lietuvos statybos techninis lygis, palyginti su Vakarų Europos valstybėmis, nėra labai aukštas. Didėjantis naujų objektų statybos poreikis, nuolat didėjanti konkurencija tarp statybos rinkos dalyvių, skatina statybines organizacijas ieškoti ir pritaikyti naujoves, technologinius patobulinius, kurie leistų darbus vykdyti kokybiškiau ir efektyviau, išryškintų pranašumą tarp konkurentų.

Monolitinių statinių statyba yra viena iš sparčiausiai tobulėjančių statinių statybos technologijų Lietuvoje. Diegiant užsienyje jau senai taikomas pažangias statinių statybos technologijas ir medžiagas, taupomos darbo sąnaudos, medžiagų ir mechanizmų panaudojimas. Optimizuojant įvairias statybos sritis mažėja projektų įgyvendinimo išlaidos.

Visame pasaulyje plačiai taikomos įvairiausios monolitinės statybos technologijos. Jos yra techniškai racionalios, universalios ir ekonomiškos [1]. Pamažu jos diegiamos ir Lietuvos statybos objektuose.

Tikrosios permainos monolitinių namų statyboje įvyko tik po II pasaulinio karo. Atstatant sugriautą ūkį, itin aktuali tapo industrinės statybos kūrimo problema. Buvusioje SSRS industrializuojant statybas, beveik visai atsisakyta monolitinių pastatų. Nuo 1955 metų imta plėtoti vien surenkamąją statybą. Tuo metu Europoje (Prancūzijoje, Vokietijoje ir kt.) intensyviai buvo plėtojama monolitinių namų industrinė statyba, tobulinamos klojinių sistemos, betono mišinio ruošimo ir klojimo būdai, betono mišinio sudėtis ir kt. [1].

Monolitinės statybos technologija paprastai taikoma dideliems statiniams ar unikaliems visuomeninės paskirties pastatams statyti. Iki Lietuvos nepriklausomybės atkūrimo monolitinė statyba buvo vykdoma labai retai.

Lietuvai atkūrus nepriklausomybę ir pasikeitus politinei bei ekonominei situacijai, statybos apimtys smarkiai sumažėjo ir daugiaaukščių monolitinių namų per metus buvo pastatoma tik keletas, tačiau vėliau monolitinė statyba vėl pradėjo augti, imta daugiau statyti kitos paskirties monolitinių statinių [2].

Nuolat augant statybų mastams, statybinės organizacijos, norinčios sėkmingai plėtoti verslą, priverstos taikyti naujausias ir pažangiausias technologijas. Taip žymiai racionaliau naudojami įvairūs statybiniai resursai, spartėja darbų įvykdymo tempai. Pelną lemia įvairių konstrukcinių ir technologinių metodų ir medžiagų, nuo kurių tiesiogiai priklauso statybos trukmė,

pasirinkimas. Klojiniai yra vienas svarbiausių technologinių sudedamųjų lemiančių monolitinės statybos trukmę ir kainą.

Klojiniai – elementų ir detalių bendra sistema, suteikianti reikiamas formas monolitinėms konstrukcijoms. Klojinių efektyvumas nuolat didėja, atrandamos vis pažangesnės klojinių technologijos, o šis pagerėjimas gali paspartinti konstrukcijų įrengimo trukmę ir turėti teigiamos įtakos jų įrengimo kainai. Tinkamas klojinių sistemos pasirinkimas – raktas į sėkmingą projekto įgyvendinimą. Nuo jų kainos priklauso net iki 60 procentų betonavimo darbų kainos. Šiuo metu monolitinėje statyboje yra naudojamos įvairiausios klojinių sistemos.

Darbo tikslas – ištirti slenkančiųjų klojinių panaudojimo tikslingumą, atlikus skaičiavimus palyginti su alternatyviu kilnojamų klojinių tipu.

Darbo uždaviniai:

- Surinkti medžiagą apie slenkančiuosius klojinius ir jų panaudojimą Lietuvoje ir pasaulyje;
- Surinkti medžiagą apie kilnojamųjų klojinių pagrindinius principus;
- Apskaičiuoti ir palyginti statinio įrengimo kaštus lyginamomis sistemomis;
- Nustatyti aukštį nuo kurio tikslinga naudoti slenkančiuosius klojinius.

Tyrimui bus pasitelkta slenkančiųjų klojinių metodu jau įrengto statinio statybos rodikliai, t.y. Akmenės cemento siloso bokšto sienų įrengimas slenkančiais klojiniais įgyvendintas 2011 metais. Palyginimui bus pateikta „Doka“ kilnojamųjų klojinių sistema MF 240.

2. KLOJINIAI

Klojiniai – elementų visuma, suteikianti tankinamam betono mišiniui konstrukcijos formą, atlaikanti tankinamo betono mišinio slėgį bei betonuojamos konstrukcijos betono masę ir leidžianti betonui pasiekti reikiamą stiprį bei paviršiaus kokybę [2].

Klojinių konstrukcija turi būti tokia, kad nesideformuotų betonavimo metu, kai yra veikiami betono mišinio šoninio slėgio, technologinės ir kitų apkrovų. Jų forma darbų metu turi likti nepakitusi. Turi būti užtikrinamas klojinių sandarumas - visa tai turi būti užtikrinta siekiant išgauti gerą betono paviršių, betono stiprumą ir ilgaamžiškumą.

Klojiniai paprastai grupuojami atsižvelgiant į konstrukciją arba į funkcinę paskirtį. Vertikalioms konstrukcijoms betonuoti naudojami ir slankieji klojiniai. Šie klojiniai naudojami betonuojant pastovaus skerspjūvio aukštus statinius.

2.1. Slenkančių klojinių panaudojimas Lietuvoje

Lietuvoje dėl susiklosčiusių tam tikrų istorinių aplinkybių surenkamo gelžbetonio montavimas daugelį metų buvo populiariesnis už monolitinę statybą, tačiau pastaruoju metu tendencijos keičiasi. Vis daugiau pastatomų statinių yra monolitiniai. Tačiau, lyginant su vakarų pasauliu, Lietuvoje vis dar statoma pasitelkiant pigią darbo jėgą, o ne pažangias, pasaulyje išbandytas statinių statybos technologijas. Išimtiniais atvejais, dažnai tik dėl technologinių reikalavimų, Lietuvoje galime pamatyti įvairių pažangiausių technologijų panaudojimo atvejus. Būtent slenkantys klojiniai vis dažniau panaudojami statant įvairius pramoninius statinius.

2011 metais Naujoje Akmenėje statant naują cemento gamybos liniją pasitelkus slenkančiųjų klojinių technologiją buvo įrengtas net 58 metrų aukščio ir 22,7 metro skersmens siloso bokštas. Per 25 paras buvo išlieta 2008,1 m³ betono mišinio, vidutiniškai klojinius pakeliant po 2,32 metro per parą.

2011 metais statant Klaipėdos biokuro ir atliekų termofikacinės jėgainės laiptinę, taip pat buvo panaudoti slenkantys klojiniai. 60,5 m aukščio laiptinė ir lifto šachta, kurios matmenys plane yra 6,3 x 9,2 m, kartu su vidinėmis sienomis buvo išbetonuota per 19 parų. Pasiektas betonavimo tempas buvo 3,2 m per parą. 2012 metais tame pačiame objekte slenkančiais klojiniais betonuojamas sudėtingos konfigūracijos 50 m ilgio, 35 m pločio ir 24 m aukščio rezervuaras. Procesas truko 30 dienų. Buvo pasiektas tik 0,80 m per parą betonavimo tempas. Viso buvo išlieta 2252 m³.

Taip pat 2011 metais statant Šiaulių miesto nuotekų valyklos dumblo apdoravimo įrenginius buvo pastatyti 2 dumblo pūdytuvai, kurių aukštis - 16,15 m, o skersmuo 16,99 m. Tiek vienas, tiek kitas buvo pastatytas per 4 paras, pasiekus vidutiniškai po 4,25 m per parą tempas.

2013 metais Panevėžyje buvo pastatyti 2 siloso bokštai, taip pat pasitelkus slenkančiųjų klojinių technologiją. Buvo betonuojami 2 vienodi siloso bokštai, kurių aukštis 22,6 m, o skersmuo 18,6 m. Statant pirmąjį silosą per 5,5 paras buvo išlieta 407 m³ betono mišinio. Buvo pasiektas 4,1 m per parą greitis. Statant antrąjį – toks pat betono kiekis per 5 paras. Šiuo atveju buvo pasiektas 4,5 metro per parą betonavimo tempas.

2.2. Slenkančiųjų klojinių panaudojimas pasaulyje

Priešingai nei Lietuvoje, užsienyje monolitinė statyba yra žymiai populiarnesnė. Čia statomi kur kas aukštesni statiniai. Slenkantys klojiniai panaudojami ne vien pramoninių statinių, bet ir gyvenamųjų, visuomeninių ar kitos paskirties statinių statyboje.

2003 metais Vokietijoje Štendalio mieste statant gamyklos kaminą pasitelkus slenkančius klojinius 132,5m aukščio statinys pastatytas vos per 5,5 savaitės pasiekiant 4,38 m per parą tempą.

2006 metais Vokietijoje statant Alsen AG gamyklą pastatyti du siloso bokštai, kurių vieno aukštis yra 48,3 m. Vienam bokštui išlieta 2576 m³ betono ir pasiektas vidutis 4,81 m per parą tempas.

2006 metais Korėjoje statant elektrinę pasitelkus slenkančius klojinius buvo išlietas net 200 metrų aukščio kaminas, kurio skersmuo kito nuo 21 m iki 16 m.

2012 metais Prancūzijoje La Rochelle pastatytas silosas 67,4 m aukščio ir 21,8 m skersmens silosas.

2013 metai Rusijoje pastatyti keturi 49,8 m aukščio ir 15,3 m skersmens siloso bokštai.

2014 metai Čilėje Guacolde pastatyti du 40 metrų aukščio siloso bokštai 4,25 m per parą tempu.

Ir tai yra tik keletas pavyzdžių kokie statiniai ir kur statomi pasaulyje. Palyginimui pateikti tik apvalaus skerspjūvio statinių statybos pavyzdžiai, kadangi analizuojamas būtent tokio skerspjūvio pastato įrengimas.

Slenkančiųjų klojinių Lietuvoje tiesiogiai negali pasiūlyti nei viena klojinių nuoma besiverčianti įmonė. Yra keletas įmonių, kurios tarpininkauja su didžiaisiais slenkančiųjų klojinių tiekėjais. Didžiausi slenkančiųjų klojinių tiekėjai Europoje yra:

- Bitschnau Sliding & Formwork Technology (Vokietija);
- Bygging Uddemann (Švedija);
- Compack –Bau LLC (Vengrija);

- FORMAT-LAMBDA company group (Lenkija);
- GBG Gleitbou Salzburg (Austrija);
- Slipform international limited (Anglija).

Pagrindiniai klojinių rangovai pasaulyje pateiktame sąrašė yra Vokietijos, Švedijos ir Austrijos atstovai. Šios įmonės, ar jų atstovai dirba visame pasaulyje. Būtent su Austrijos kompanijos GBG Gleitbou Salzburg klojiniais buvo įrengti visi išvardinti Lietuvoje statyti statiniai, išskyrus objektą Klaipėdoje, kurio bunkerio statybai buvo pasitelkta Švedijos kompanijos klojiniai.

3. SLENKANTYS KLOJINIAI

Slenkantys klojiniai neabejotinai efektyviausia ir ekonomiškiausia technologija statant aukštus monolitinius statinius. Su šiais klojiniais galima išvystyti net iki 5 - 8 metrų sienų įrengimo tempą per parą, tai kai kuriais atvejais yra net iki 7 kartų greičiau palyginti su tradicinėmis klojinių sistemomis. Nepaisant didelio konstrukcijos įrengimo greičio, užtikrinami aukščiausi kokybės reikalavimai. Sistema reikalauja daug darbo sąnaudų, tačiau tik trumpą statybos laikotarpį. Tinkamai suplanavus ir įgyvendinus projektą atsiskleidžia pagrindiniai sistemos privalumai, turintys įtakos jos ekonomiškumui:

- Trumpas statybos laikotarpis;
- Užtikrinamas aukštas kokybės lygis;
- Nesunkiai įgyvendinami griežčiausi darbų saugos reikalavimai.

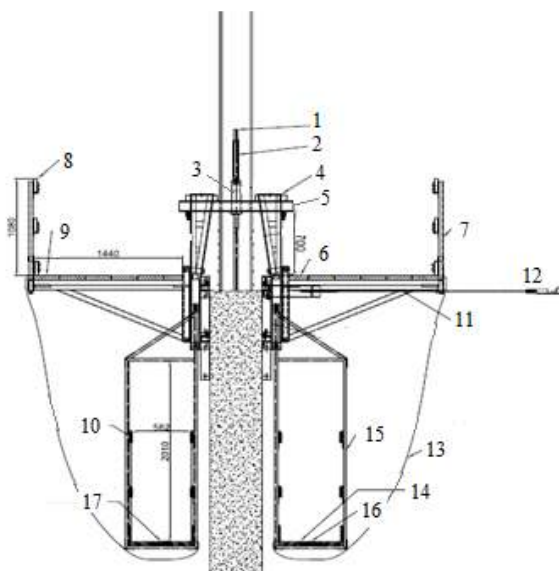
Slenkantys klojiniai pasaulyje pradėti naudoti XX a. pradžioje. 1905 metais Kanzas Sityje įvyko pirmasis žinomas slenkančiųjų klojinių panaudojimo atvejis. Buvo statomas stačiakampis 6 metrų bunkeris. Naudojami mechaniniai keltuvai, kur davus brigadininko garsinę komandą, vienu metu jie rankiniu būdu pasukami. Hidrauliniai keltuvai išrasti 1940 metais, 1943 metais Švedijos įmonė „Bygging Uddemann” pradėjo juos taikyti slenkantiesiems klojiniais. Nuo pat hidrauliniu būdu valdomo slenkančiųjų klojinių metodo išradimo, jis iki šių dienų grindžiamas tais pačiais pagrindiniais principais. Klojiniai su visomis darbinėmis aikštelėmis ir kita įranga yra keliami hidraulinių keltuvų, įrengtų ant keltuvų strypų pačioje konstrukcijoje. Pagrindinis slenkančiųjų klojinių principas yra nepertraukiamas klojinių kėlimo procesas, kurio metu lygiagrečiai atliekami visi įprasti betonavimo darbai: armavimas, betono pylimas ir paviršiaus priežiūra.

3.1. Klojinių sistemos sudedamosios dalys

Sistema yra nesudėtinga, neturinti daugybės skirtingų elementų. Analizuosime GBG klojinių sistemą. Tarp įvairių gamintojų klojinių sistemų egzistuoja nežymūs skirtumai, tačiau pagrindiniai principai išlieka tie patys.

Slenkantieji klojiniai – tai sienų formą atkartojanti tūrinė klojinių sistema, kuri atliekant sienų betonavimo darbus keliama panaudojant hidraulinius keltuvus. Sistema nėra sudėtinga, ją sudaro nedidelis dedamųjų elementų skaičius. Klojinių skydai, keltuvo rėmai, darbo aikštelės, keltuvo stypai ir keltuvai - pagrindinės sistemos sudedamosios dalys. Keltuvo rėmas yra svarbiausias laikantysis elementas, prie kurio tvirtinami visi likę elementai. Rėmo konstrukcija turi atlaikyti jai tenkančias klojinių sistemos, laikinąsias ir atsirandančias betono šoninio slėgio ir trinties apkrovas.

Keltuvų rėmai yra sudaryti iš 3 elementų, t. y. 2-jų sujungimo kojų ir sujungimo kanalo. Rėmas yra apverstos „U“ formos pavidalo. Ant šių rėmų montuojami keltuvai, kurie šliauždami keltuvo strypu kelia į viršų visą klojinių sistemą. Klojinių skydai paprastai būna pagaminti iš plieno, tačiau naudojami ir mišrūs, sudaryti iš plieno karkaso ir impregnuotos faneros ar plastiko. Skydai dėl temperatūrinės deformacijos mažinimo paprastai būna šviesių spalvų. Siekiant sumažinti šoninę trintį, klojiniai įrengiami taip, kad apatinė dalis būtų apie 5 mm platesnė už viršutinę.



3.1 pav. Klojinių sistemos sudedamosios dalys. (1- keltuvo strypas; 2- lygio kontrolės prietaisai; 3- hidraulinis keltuvas; 4- „U“ formos rėmo sujungimo koja; 5- „U“ formos rėmo sujungimo kanalas; 6- vidinė darbo aikštelė; 7- osb plokštė; 8- bortinės ir aptvėrimų lentos; 9- išorinė darbinė aikštelė; 10- medinės aptvėrimų lentos; 11- darbinės aikštelės kronšteinas; 12- įtempimo lynas; 13- uždanga; 14- vidinė pakabinama darbo aikštelė; 15- pakabinamos aikštelės rėmas; 16- medinis paklotas; 17- išorinė pakabinama darbo aikštelė.

3.2. Klojinių įrengimas

Pradedant montuoti klojinius pirmiausiai turi būti atliktos kelios operacijos. Surenkama vertikali ir horizontali armatūra. Horizontali armatūra negali būti rišama aukščiau „U“ formos rėmo, t. y. apie 1,5m. Patikrinus pastato skersinių ir išilginių ašių statmenumą, turi būti pažymėti sienų kontūrai, niveliuojant patikrintas pagrindo lygumas.

Pamato žiede turi būti įbetonuojamos plieninės įdėtinės detalės. Į jas turi remtis slenkančiųjų klojinių keltuvų strypai. Priešingu atveju, pamato betono paviršius gali neatlaikyti koncentruotos apkrovos, galimos deformacijos ir komplikuoti darbų pradžią.

Pamato pado plokštės centre turi būti pažymėtas geometrinis centras. Centre statomas centrinis žiedas. Nuo šio žiedo iki klojinių ištempiami vienodo ilgio lynai. Į projektinę padėtį montuojant vidinius klojinius, lynai tvirtinami prie jų. Taip išlaikoma apvali pastato geometrija. 3.2 paveiksle pavaizduoti jau surinkti vidiniai klojiniai, centrinis žiedas ir sujungti lynai.



3.2 pav. Sujungimo lynų tvirtinimas prie centrinio žiedo, [14].

Išorinius skydus galima rinkti tik kai vidiniai skydai yra visiškai sumontuoti, sureguliuoti ir užfiksuoti. Atstumas tarp montuojamų išorinių ir vidinių klojinių skydų turi atitikti projektinį sienos storį. Išoriniai ir vidiniai klojiniai jungiami metaliniais apverstos „U“ formos rėmais. Šie rėmai yra pagrindinis klojinių sistemos laikantis elementas. Prie rėmo tvirtinami hidrauliniai keltuvai, kurie turi būti užmaiti ant keltuvo strypų. Keltuvų strypai į keltuvus turi būti įstatyti ne anksčiau kaip 2 dienos iki betonavimo darbų pradžios. Vėliau šie strypai ilginami priduriant reikiamo ilgio strypus.

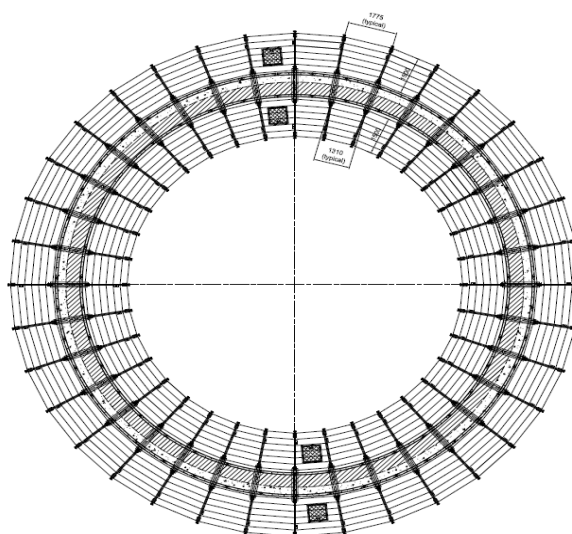
3.3. Darbinės aikštelės

Sumontavus klojinių laikančiuosius rėmus, prie jų tvirtinami darbinių aikštelių kronšteinai, ant kurių įrengiamas paklotas viršutinėms ir apatinėms darbo aikštelėms. Paklotai paprastai įrengiami iš 50 mm storio dvigubo pjovimo medienos. Apatinę ir viršutinę paklotų dalis jungia kopėčios. Paprastai įrengiami 2 ar daugiau užlipimų tiek vidiniame, tiek išoriniame klojinių žiede mediniame paklote įrengiant liukus.



3.3 pav. Viršutinė ir apatinė darbo aikštelės, [13].

Klojiniam pakilus į 3 – 3,5 m aukštį atliekamas apatinės aikštelės pakabinimas prie klojinių rėmo. Atlikus apatinės aikštelės tvirtinimo darbus, išoriniame klojinių žiede nuo apatinės aikštelės apačios vidinės pusės iki viršutinio pakloto išorinės pusės sumontuojama apsauginė uždaro tipo užsklanda iš tvirtos tentinės medžiagos. Klojiniam kylant į viršų šalia pastato montuojamas elektrinis keltuvas ir evakuacinė laiptinė.



3.4 pav. Horizontalus klojinių pjūvis

3.4. Slenkančiųjų klojinių horizontali padėtis ir vertikalumo kontrolė

Slenkančiųjų klojinių horizontalumo padėties išlaikymas bet kuriuo metu yra garantuojamas naudojant atstumo nustatymo prietaisą, kuriuo yra kontroliuojamas klojinių lygis. Matuoklė tvirtinama ant keltuvo strypo ir veikia kartu su lygio kontroliavimo prietaisu ant keltuvo. Keltuvuose yra įrengtas pusiau automatinis lygio kontrolės prietaisas. Atstumo prietaisas sudaro išorinę grupės kontrolės dalį. Pusiau automatinė lygio kontrolė yra pagalbinė priemonė, skirta palengvinti slenkančiųjų klojinių kėlimo darbus. Automatinis visų keltuvų lygio reguliavimas yra atliekamas kas 0,5 m – lygyje, kur yra naudojami keltuvai su atstumo nustatymo prietaisais. Rankinis atstumo prietaiso naudojimas yra greitesnis. Pagrindinė taisyklė naudojant atstumo prietaisą – visi kėlikliai atliekant rankinį kėlimą turi būti įrengti su atstumo prietaisais. Atstumo prietaisas turi būti tvirtinamas ant keltuvo strypo, esančio virš keltuvo.

Tokiu būdu visi gulsčiavimo prietaisai ant kiekvieno keltuvo strypo visada yra tiksliai tame pačiame lygmenyje. Jeigu vienas keltuvas bandys pakilti daugiau per vieną pakėlimą nei kiti, jis prisilies prie išlyginimo prietaiso, esančio prie keltuvo strypo, ir liks šioje pozicijoje tol, kol kiti keltuvai pasieks tą patį lygmenį. Visi keltuvai išsigulsčiuoja kas 50 cm aukščio atžvilgiu.

Slankieji klojiniai turi būti niveliuojami vertikaliais lazeriais pritvirtintais prie pamato ir nutaikytais į specialius taikinius pritvirtintus ant pakloto. Tam tikslui įrengiamos vertikalumo matavimo sistemos (taikiniai).



3.5 pav. Vertikalumo matavimo sistemos taikiny, [16].

Siekiant išlaikyti nuolatinį vertikalų slenkančiųjų betono klojinių judėjimą, naudojamas 1,5 m gulsčiukas ir nivelyras. Nivelyras statomas ant trijų skirtingų klojinių vietų (leidžia mums tikrinti vertikalų ir bet kokį kitą išsikreipusį slankiųjų klojinių judesį), galima tikrinti ir kontroliuoti klojinius nuo darbinio pakloto.

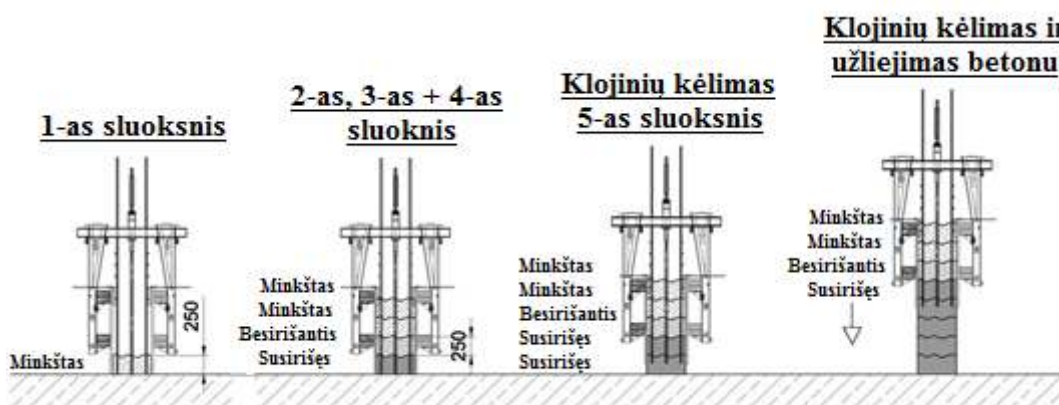
Vertikalumas tikrinamas mažiausiai 2 kartus per pamainą. Tai reiškia – kas 50 cm dirbant 3 pamainomis. Nustačius bet kokį netikslumą, kuris gali būti tik labai mažas, per 60 cm nedelsiant turi būti atlikti pataisymai.

3.5. Hidrauliniai keltuvai

Keltuvai gali būti įvairių rūšių – mechaniniai, hidrauliniai, elektriniai, pneumatiniai. Populiariausi yra hidrauliniai keltuvai. Paprastai klojiniai keliami hidrauliais 3t keliamosios galios keltuvais. Egzistuoja ir žymiai galingesnių keltuvų. Visi keltuvai lanksčiu vamzdynu yra sujungiami su hidrauliniu siurbliu. Keltuvai veikia tuo pačiu metu, keldami visą klojinių sistemą 23 mm kiekviena keltuvo slinktimi. Keltuvai šliaužia metaliniu strypu, nagrinėjamu atveju jo skersmuo 26,9 mm.

3.6. Betonavimas slenkančiais klojiniais

Daugeliu atvejų įrenginėjant monolitines konstrukcijas klojiniai yra laikomi stacionaria sistemos dalimi. Tačiau slenkančių klojinių atveju patį betoną reikia laikyti stacionaria dalimi, kadangi klojiniai yra keliami į viršų. Paprastai, klojinių kėlimo greitis yra nustatomas pagal betono savybes, o ne pagal kėliklių charakteristikas. Jei kėliklių greitis būtų nustatytas per didelis, plastiškas betonas kristų iš po klojinių. Taigi visas betonavimo procesas turi būti griežtai kontroliuojamas.



3.6 pav. Betonavimo eiliškumas.

Betono mišinys, kaip pavaizduota 3.6 paveiksle, liejamas 25 cm sluoksniais. Tai garantuoja, kad klojiniai neišsikraipys, jei juose bus per didelis betono slėgis ir užtikrina pilamo betono stingimo kontrolę. Stingimo laikas fiksuojamas tam, kad būtų užtikrintas pirmojo sluoksnio

stingimas, kai klojiniai užpilti 1,00 m. Pirmasis metras turi būti užpildytas 4 sluoksniais per laiką, kuris atitinka projekcinį betono stingimo greitį. Pirmasis pakėlimas pradedamas kai pirmasis sluoksnis sukietėjęs, o antrasis jau pradėjęs kietėti. Betono kietėjimą galima kontroliuoti panaudojant 12 mm armatūros strypą, kurį reikia nuleisti žemyn nuo klojinių viršaus iki sukietėjusio betono sluoksnio. Po pirmų dviejų keltuvų poslinkių į reikiamą aukštį pakeliami atstumomačiai. Betono stingimo laikas turi būti koreguojamas siekiant išlaikyti betonavimo tempą.

3.7. Reikalavimai betono mišiniui

Dirbant slenkančiais klojiniais labai didelis dėmesys turi būti skiriamas betono mišinio kokybei. Kylant klojiniais jis turi išlaikyti jam suteiktą formą. Reikalavimus betono mišiniui galima suskaidyti į bendruosius ir specialiuosius:

Bendrieji nurodymai:

- Pasklidimo dydis tarp 48 ir 52 cm (suskytinti galima aikštelėje); kūgio testas (nuokrytis) ~18 cm;
- Siekiant kontroliuoti stingimo laiką, galima įdėti priedų sulėtinančių stingimą (pvz.: kai yra daug intarpų viename lygyje);
- Turi būti įmanoma atitinkamai sumažinti arba pridėti +/- 30 kg/m³ cemento;
- Turi veikti pakankamas skaičius maišyklių, kurios bet kuriuo metu užtikrintų reikalingą betono kiekį aikštelėje (atkreipti dėmesį į atvažiavimo laiką, eismą, m³ - pakrovimo kiekį);
- Betono šildymas, esant žemai lauko temperatūrai, pagerina betono stingimą;
- Esant žemoms temperatūroms, naudokite aukštos kokybės cementą (CEM I 42,5 arba 52,5)
- Išbandykite skirtingus betono mišinius, atsižvelgiant į jų sukietėjimo laiką (CEM I, CEM II ir CEM III);
- Nagrinėkite kietėjimo laiko diagramą, atitinkamai koreguokite betono mišinį.

Specialūs nurodymai:

- Kuo daugiau smulkių ir apvalių užpildo grūdelių yra betono mišinyje, tuo lygesnį paviršių galima suformuoti;
- Reikėtų turėti išbandžius keletą betono variantų pagal stingimą tarp ~ 5 ir ~ 12 valandų. Rekomenduotini mišiniai: 5, 8 ir 12 valandų stingimo laikui;
- Rekomenduojama būti numačius atsarginį betono mazgą gedimui ar kitokiam nenumatytam atvejui;
- Didelis kiekis CEM III reikalingas sukietėjimo laikui ir po apdorojimo esant aukštomis temperatūroms (atkreipkite dėmesį į sukietėjimo laiką!);

- Turėkite atsarginio/laisvo betono maišyklėje, kad nereikėtų laukti;

3.8. Betono kietėjimo laiko bandymai aikštelėje

Prieš pradėdant betonavimo darbus rekomenduotina atlikti betono kietėjimo laiko bandymus statybos aikštelėje. Tam tikslui turi būti pagaminti bandymo forma, kuri atitiktų situaciją aikštelėje. Gaminama forma, kuri turi būti vieno 1m², o jos storis atitikti sienos storį. Formą rekomenduojama gaminti iš medžiagos naudojamos klojinių skydams. Atliekant bandymą laikas turi būti registruojamas šiais momentais:

- Betoną sumaišius ir supylus (jei tarp betono sumaišymo ir išpylimo yra ženklesnis laiko tarpas);
- Pradinio sustingimo laikas, kai Ø 10 mm strypu nebepavyksta pasiekti formos dugno;
- Ir pilnas sukietėjimas, kad strypo neįmanoma įkišti daugiau kaip 5cm nuo paviršiaus;

Pradinis laiko matavimo intervalas yra apie 1 valandą, vėliau sutankinamas iki 30 minučių, kai betonas turi pradėti kietėti.

3.9. Slenkančių klojinių privalumai

1. Greitas betonavimo tempas. Galima pasiekti net iki 8 metrų per parą greitį;
2. Išgaunamas besiūlis, vientisas ir lygus betono paviršius;
3. Nėra klojinių templių skylių, kurias reikėtų užtaisinėti;
4. Nereikalingi fiksatoriai siekiant išlaikyti armatūros apsauginį sluoksnį;
5. Optimaliai išnaudojama krano keliamoji galia;
6. Ekonomiška klojinių sistema, kuri greitai surenkama;
7. Nesunkiai išgaunamas didelis tikslumas;
8. Nesunkiai užtikrinami griežčiausi darbų saugos reikalavimai;

4. KILNOJAMIEJI KLOJINIAI

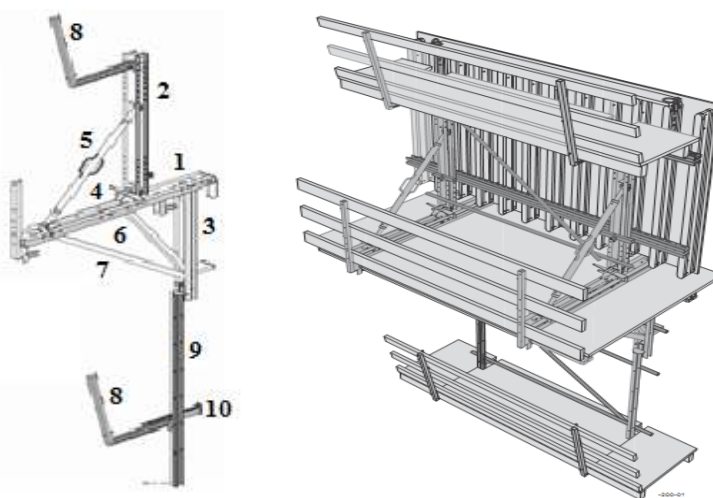
Statant monolitinius statinius tinkamos klojinių sistemos pasirinkimas yra vienas iš pagrindinių sėkmingo projekto įgyvendinimo kriterijų. Kadangi darbe yra analizuojamas apvalaus skerspjūvio siloso bokšto įrengimas, palyginimui pateikimas antra klojinių sistema, kuria galimas monolitinio siloso sienų įrengimas.

Be slenkančiųjų klojinių, apvalaus skerspjūvio siloso sienų įrengimas galimas ir kilnojamais klojiniais. Didžiųjų klojinių tiekėjų siūlomos kilnojamųjų klojinių sistemos yra ganėtinai panašios, remiasi tais pačiais principais. Analizei pasirinkta „Doka“ kilnojamųjų klojinių sistema MF 240.

4.1. Kilnojamieji klojiniai MF 240

Kilnojamieji klojiniai pastaruosiu metu plačiai naudojami tiek Lietuvoje, tiek visame likusiame pasaulyje. Prie sistemos priderinus tinkamus klojinių skydus galima įgyvendinti bet kokio aukščio ar skerspjūvio statinius, sistema yra išties universali, lanksčiai prisitaikoma prie bet kokio projekto reikalavimų. Kilnojamųjų klojinių sistema paprastai yra naudojama ten, kur klojinys turi būti periodiškai kilnojamas betonavimo darbams atlikti. Ji puikiai tinka tiek aukštiems gyvenamosios ar pramoninės paskirties statiniams, tiltų atramoms, siloso bokštams, telekomunikacijų ir televizijos bokštams ir t.t.

Kilnojamųjų klojinių MF 240 modulinė sistema gali būti optimaliai pritaikyta bet kokiam projektui. Sistema yra ganėtinai nesudėtinga, kadangi ją sudaro nedaug skirtingų dalių.

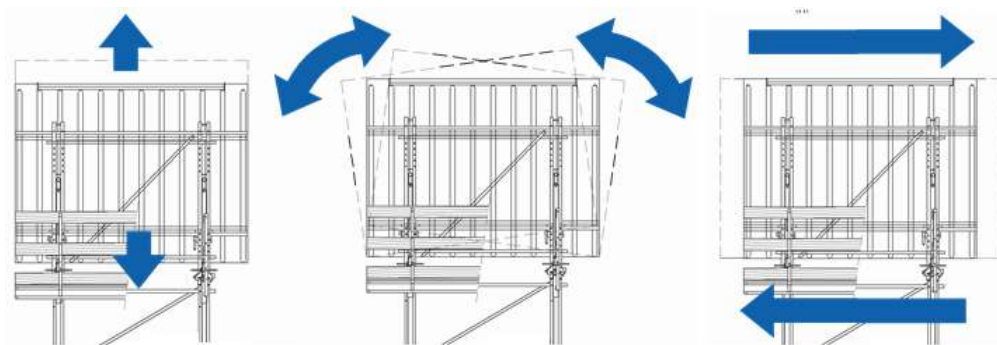


4.1 pav. Kilnojamųjų klojinių sudedamosios dalys, [11] (1- horizontalus kronšteinas su apsauginiu turėklu; 2- vertikali rėmsija MF- 3,00m; 3- vertikalus kronšteinas MF- 80; 4- MF važiuoklė; 5- spyris MF– 3,00m; 6- išspraudžiamas įramstis MF trumpas; 7- išspraudžiamas įramstis MF ilgas; 8- priveržiamas kronšteinas MF- 75; 9- kabantysis kronšteinas MF; 10- atstumo kronšteinas MF)

Sistemą sudarančios platformos nesunkiai sustambinamos iš sudedamųjų dalių ir greitai sumontuojamos statybvietėje. Tiek kabančios, tiek betonavimo platformos yra vienodo dizaino. Kilnojamųjų klojinių sistemą MF 240 galima tiesiogiai prijungti prie automatinės save keliančios

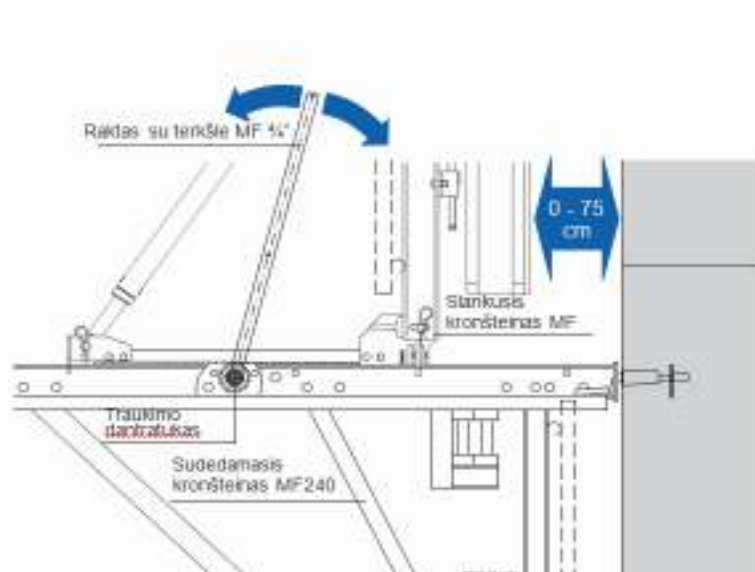
sistemos, deja ši sistema sunkiai pritaikoma statant apvalaus skerspjūvio statinius. Sudedamosios dalys leidžia reguliuoti klojinių ir platformų pasvirimo laipsnį net iki +/-15 laipsnių. Pirmasis betonavimo etapas gali būti atliktas naudojant sistemos sudedamąsias dalis, prie kurių sekančio betonavimo metu prijungiamos kilnojamosios MF 240 platformos.

Sistemos naudojimas yra nesudėtingas. Klojinys, dėka kilnojamosios platformos MF 240, gali būti pristumiamas ar atitraukiamas nuo įrenginėjamos konstrukcijos be krano pagalbos, panaudojant tik minimalią žmogaus jėgą. Visas klojinys gali būti perkeltas per vieną kartą, greitai ir lengvai, taip taupant krano darbo laiką. Kilnojamieji klojiniai MF greitai ir tiksliai reguliuojami. Klojinys gali būti reguliuojamas aukštyn ir žemyn ir į bet kurią pusę, tiek lygiagrečiai, tiek ir ne lygiagrečiai. Paprastas ir pasvirimo kampo reguliavimas.



4.2 pav. Sistemos galimos reguliavimo kryptys, [11].

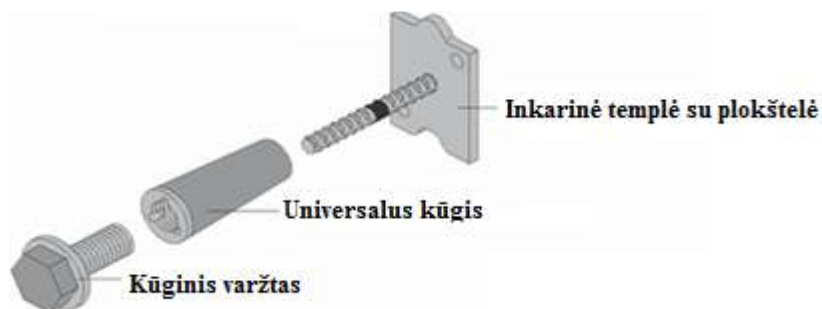
Konstrukcija yra praktiška ir pasižyminti didele keliamąja galia. Kiekvieno kronšteino keliamoji galia siekia 50 kN. Klojinio aukštis gali siekti iki 6 metrų. Sistema tinkama naudoti tiek su sijiniais, tiek ir su rėminiais klojinių skydais. Dirbti saugiai ir patogiai galima net 2,4 m pločio darbo platformose. Dirbant klojinys nuo konstrukcijos gali būti atitraukiamas iki 75 cm.



4.3 pav. Sistemos atitraukimo mechanizmas, [11].

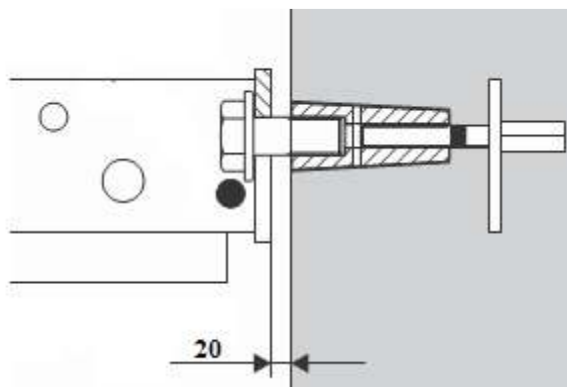
4.2. Saugus pakabinimas bet kokiame aukštyje

Sistemos tvirtinimas ekonomišką, reikalingos kelios atskiros detalės. Naudojant šią klojinių sistemą galima nesunkiai įrengti konsolės betonuojamame paviršiuje iki 25 cm. Uždaros darbo aikštelės leidžia užtikrinti griežčiausius darbų saugos reikalavimus.



4.4 pav. Sistemos pakabinimo detalės, [11].

Kiekvienas klojinių elementas yra kabinamas ant iš anksto į konstrukciją įbetonuotų įdėtinių detalių, į kurias įsisuka specialus sistemai pritaikytas didelės laikomosios galios varžtas. Varžtų įbetonavimas reikalauja didelio tikslumo. Netinkamai įbetonavus varžtą, tektų perrinkinėti visą kilnojamą klojinį, išardant jį visiškai.

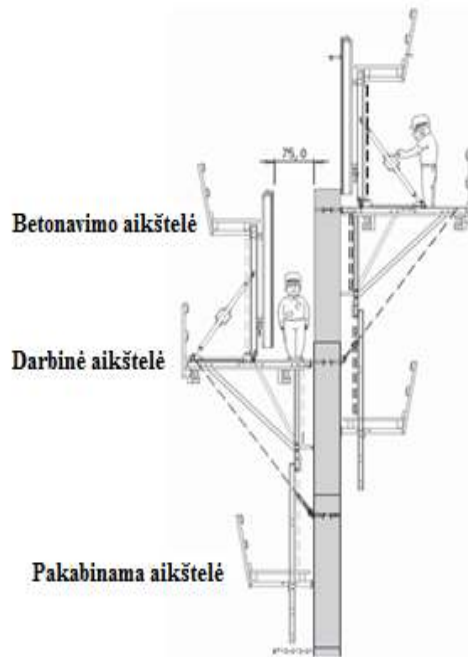


4.5 pav. Įbetonuotų detalių pjūvis, [11].

4.5 paveiksle pavaizduotos visos pakabinimui reikalingos detalės: inkarinė templė, įsukamas kūgis ir kūginis varžtas, ant kurio pavaizduotas jau užmautas kronšteinas. Sienoje, perkėlus klojinį aukštyn, pasilieka tik viena įbetonuojama detalė, t.y. inkarinė templė. Įbetonuojamas kūgis, perkeliant klojinius taip pat yra išsukamas ir panaudojamas sekančiame aukšte, o likusi ertmė užtaisoma.

4.3. Tipiškas skerspjūvis

Darbus atliekant kilnojamojų klojinių sistema, patogi ir saugi darbo vieta užtikrinama dėka 2,4 m pločio darbinės aikštelės. Klojiniai turi galimybę būti atitraukti jų nedemontavus. Darbininkams taip paliekama pakankamai erdvės atlikti armavimo, klojinių valymo ir sutepimo bei kitus reikalingus darbus. Viso pakabinamus klojinius sudaro 3 lygių aikštelės, t.y. pakabinamos, darbinės ir betonavimo.

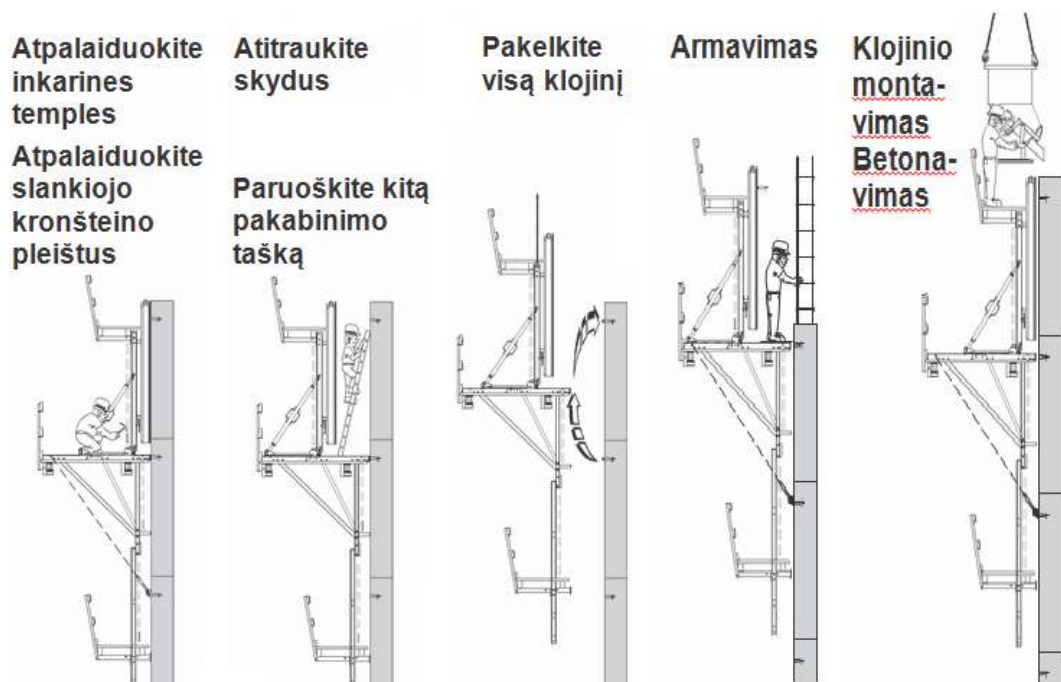


4.6 pav. Klojinių sistemos pjūvis, [11].

Pagrindinės darbinės operacijos atliekamos nuo darbinės aikštelės. Nuo jos atitraukiamas klojinys, atliekami armavimo darbai. Šioje aikštelėje dėka didelės kronšteinų laikomosios galios galimas įvairių medžiagų sandėliavimas.

Pakabinama aikštelė reikalinga tik kelioms operacijoms. Pirmiausiai pakabinus klojinius pritvirtinama vėjo atotampa. Ji reikalinga, nes tokios konfigūracijos klojiniai be papildomo įtvirtinimo atlaiko tik vienos krypties vėjo apkrovą. Vėjo atotampa tvirtinama prie įbetonuotų detalių, ant kurių ankstesniame betonavimo cikle kabėjo visa klojinių sistema. Betono paviršius papildomai negręžiojamas. Nuo šios aikštelės taip pat jei yra poreikis pataisomas betono paviršius. Su darbine aikštele ji yra sujungta kopėčiomis su apsauginiais lankais.

Betonavimo aikštelėje paprastai atliekamos kelios funkcijos. Visų pirma tai betonavimo procesas, nuo šios aikštelės prieš klojinių perkėlimą yra prikabinamas visas klojinys. Taip pat nuo jos įrengiami įbetonuojami kūgiai, kuriems reikalingas ypatingas tikslumas. Išskirtiniais atvejais kūgis gali būti iš anksto prisukamas prie klojinio.



4.7 pav. Kilnojamų klojinių sistemos darbo ciklai, [11].

Viena betonavimo ciklą sudaro 5 pagrindinės operacijos, pavaizduotos paveiksle Nr. 4.7. Pirmoji operacija – tai klojinių atitraukimo procesas nuo išbetonuotos konstrukcijos dalies. Pirmiausiai atpalaiduojamos ir išimamos inkarinės klojinių template, kuriomis buvo suvaržytas išorinis ir vidinis klojinio skydas. Atpalaiduojami važiuoklės fiksatoriai ir klojinys atitraukiamas.

Antra – atitraukus klojinį turi būti įsuktas važtas klojinio kabinimui. Atkabinama vėjo atotampa, išsukamas įbetonuojamas kūgis ir užtaisoma anga konstrukcijoje.

Trečia – perkeliamas klojinys ir pakabinamas ant jau prieš tai įsukto varžto. Kol dar visa sistemą laiko kranas, turi būti pritvirtinta vėjo atotampa.

Pakabinus klojinį atliekami armavimo darbai. Klojiniai pristumiami, sudedamos inkarinės template, atliekamos minimalios klojinių reguliavimo korekcijos ir galima vykdyti betonavimo procesą. Klojinius perkabinti galima kai betonas pasiekia reikiamą stiprį.

5. SIENŲ ĮRENGIMO SLENKANČIAISIAIS KLOJINIAIS TYRIMAS

Slenkančiųjų klojinių tyrimui pasirinktas jau įgyvendintas projektas, t.y. AB „Akmenės cementas“ siloso bokšto sienų įrengimas 2011 metais. Statinio sienos buvo įrengtos pasitelkus slenkančiųjų klojinių technologiją. Statybos darbai truko 45 paras. Paruošiamieji darbai truko 12 parų. Buvo surinkinėjami klojiniai, rišama armatūra. Pats betonavimo procesas užtruko 25 paras, kurių metu buvo išlieta 2008,1 m³ betono mišinio. Vidutiniškai visą betonavimo laikotarpį į parą buvo išliejama apie 81 m³ betono mišinio, o klojiniai pakildavo vidutiniškai po 2,32 metro per parą. Baigus betonavimo darbus, klojinių demontavimas, nuvalymas dar užtruko 8 paras. Visos statybos metu buvo dirbama 24 valandas per parą objekte nuolat būnant 24 darbininkams.

Pagrindinių 3 procesų, klojinių surinkimo, betonavimo ir klojinių demontavimo, trukmė pavaizduota paveiksle Nr. 5.1.



5.1 pav. Sienų įrengimo slenkančiais klojiniais etapų trukmė.

Analizuojant įvairius sienų įrengimo rodiklius, panaudotus resursus, tokius kaip darbininkų darbo sąnaudos, mechanizmai, klojiniai bei kiti statybos rodikliai bus išskaičiuoti klojinių sistemų palyginimui reikalingi rodikliai, pagal kuriuos bus atliktas klojinių sistemos ekonominis pasirinkimas.

Skaičiuojant klojinių sistemų palyginimui reikalingus rodiklius nevertinau panaudotų medžiagų, tokių kaip betonas ir armatūra, kainos, kadangi abejais atvejais jų bus sunaudojama vienodai. Lyginimui ėmiau tris pagrindinius aspektus:

1. Klojinių sistemos nuomos kaina dienai, €/d.;
2. Bokštinio krano valandos nuomos kaina, €/h.;
3. Darbininkų valandinis darbo užmokestis, €/h.

Visų trijų dedamųjų suma sudaro pagrindines statinio statybos išlaidas. Jas skaičiuojant, klojinių nuomos kainą išskyrčiau į dvi dedamąsias kainos dalis: fiksuotą ir kintamą.

Fiksuotą klojinių išlaidų dalį sudaro klojinių sistemos transportavimo išlaidos. Taip pat joms priskyriau klojinių gamintojo eksperto išlaidos. Ekspertas atsakingas už sklandų ir tikslų klojinių surinkimą, hidraulinių keltuvų priežiūrą ir kontrolę, bei darbų eigos koregavimą statybos metu. Tik su ekspertu klojinių tiekėjas suteikė garantiją klojinių sistemai.

Fiksuotoji išlaidų dalis klojinių sistemai yra 43732,62 €. Viso klojiniam išleista 132890,69 €, tai yra fiksuotos ir kintamos klojinių kainos suma.

Norėdamas sužinoti kintamas išlaidas, apskaičiavau klojinių nuomos kainą vienai dienai. Iš klojinių nuomos sumos minusavau fiksuotąją dalį ir padalinau iš statybos trukmės:

$$(132890,69 \text{ €} - 43732,62 \text{ €}) / 45 \text{ d.} = 1981,29 \text{ €/d.}$$

5.1. Klojinių montavimo išlaidos

Klojinių surinkimas truko 12 parų. Proceso metu statybvietėje nuolat dirbo 24 darbininkai bei buvo naudojamas bokštinis kranas. Šio etapo sąnaudos paskaičiuotos sekančiais padauginus skaičiuojamojo elemento trukmę ar kiekį iš vienetinės kainos:

1. Bokštinis kranas: $12 \text{ d.} \times 24 \text{ h} \times 18,83 \text{ €/h} = 5423,04 \text{ €};$
2. Darbininkų darbo sąnaudos: $3120 \text{ h} \times 5,79 \text{ €/h} = 18064,8 \text{ €};$
3. Klojinių nuoma: $43732,62 \text{ €} + 12 \text{ d.} \times 1981,29 \text{ €/d.} = 67508,1 \text{ €}.$

Gauti rezultatai pateiki paveiksle Nr. 5.2.



5.2 pav. Klojinių montavimo išlaidos.

Viso klojinių surinkimo išlaidos – **90995,94 €**. Klojinių nuomos dalis jų surinkimo etapui sudaro 2/3 išlaidų, kadangi į ją yra įtraukta fiksuota klojinių nuomos dalis, kuri nepriklauso nuo to kiek laiko bus dirbama su klojiniais.

5.2. Sienų betonavimo išlaidos

Sienų betonavimo darbai vyko 25 paras. Proceso metu statybvietėje nuolat dirbo 24 darbininkai bei buvo naudojamas bokštinis kranas. Šio etapo sąnaudos paskaičiuotos sekančiai:

1. Bokštinis kranas: $25 d. \times 24 h. \times 18,83 \text{ €/h} = 11298,0 \text{ €}$;
2. Darbininkų darbo sąnaudos: $14688 h \times 5,79 \text{ €/h} = 85043,52 \text{ €}$;
3. Klojinių nuoma: $25d. \times 1981,29 \text{ €} = 49532,25 \text{ €}$.

Gauti rezultatai pateikti paveiksle Nr. 5.3.



5.3 pav. Sienų betonavimo išlaidos.

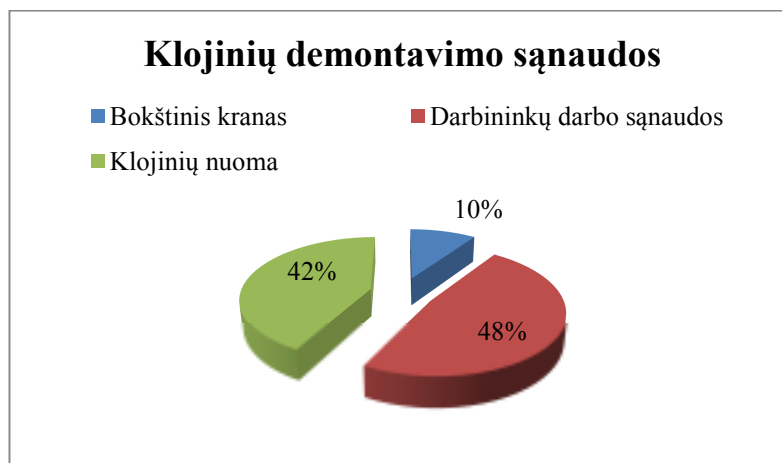
Viso sienų betonavimo išlaidos – **145873,77 €**. Kaip matosi diagramoje, didžioji išlaidų dalis tenka darbo sąnaudoms.

5.3. Klojinių demontavimo išlaidos

Galutinis etapas – klojinių demontavimas, valymas ir paruošimas išvežimui. Šie darbai užtruko 8 paras. Proceso metu statybvietėje nuolat dirbo 24 darbininkai bei buvo naudojamas bokštinis kranas. Šio etapo sąnaudos paskaičiuotos sekančiai:

1. Bokštinis kranas: $8 d. \times 24 h \times 18,83 \text{ €/val.} = 3615,36 \text{ €}$;
2. Darbininkų darbo sąnaudos: $3120 h \times 5,79 \text{ €/h} = 18064,8 \text{ €}$;
3. Klojinių nuoma: $8 d. \times 1981,29 \text{ €/h} = 15850,32 \text{ €}$;

Gauti rezultatai pateikti paveiksle Nr. 5.4.



5.4 pav. Klojinių demontavimo išlaidos.

Viso klojinių demontavimo išlaidos – **37530,48 €**.

5.4. Statinio įrengimo išlaidos

Susumavus visų trijų statinio sienų įrengimo etapų išlaidas gavau statinio sienų įrengimo išlaidos, kurios yra **274400,19 €**.

Suskaičiavus sąnaudas statinio sienų įrengimui, galime teigti, kad didžiausia išlaidų dalis tenka klojinių nuomai ir darbo sąnaudoms padengti. Dėl ganėtinai trumpos statybos trukmės išlaidos bokštiniam kranui, lyginant su kitomis dedamosiomis, yra sąlyginai nedidelės. Išlaidų dedamąsias pateikiu paveiksle Nr. 18.



5.5 pav. Sąnaudos dirbant slenkančiais klojiniais.

Klojinių nuomos dedamojoje net apie 33 procentus visos sumos sudaro klojinių pristatymo į objektą išlaidos, taip pat techninis klojinių tiekėjo konsultantas, kuris objekte buvo visą statinio įrengimo laikotarpį. Taip pat į šią sumą įskaičiuotos įvairios detalės, kurios sienų įrengimo metu pasilieka jose. Pristatymo kaina šiai klojinių sistemai yra didelė, nes juos tenka pristatinti iš vakarų

Europos valstybių, kadangi nei vienas klojinių tiekėjas Lietuvoje dėl šių klojinių reto panaudojimo nelaiiko jų Lietuvoje. Nagrinėjamu atveju klojinių sistema buvo pristatyta iš Austrijos. Galima teigti, kad sienų įrengimas būtų žymiai ekonomiškėsnis, jei klojinių sistemą būtų galima pristatyti kiek mažesniu atstumu.

5.5. Konstrukcijos įrengimo slenkančiaisiais klojiniais kainos radimas

Siekiant išanalizuoti statinio įrengimo išlaidas skaičiuosiu 1 m^3 betono įrengimo kainą. Tai yra charakteringiausias rodiklis skaičiuojant monolitinių konstrukcijų įrengimo kainą. Žinodamas viso statinio įrengimo išlaidas, t.y. **274400,19 €**, ir panaudoto betono mišinio kiekį, **2008,1 m^3** , randu 1 m^3 kainą:

$$274400,19 \text{ €} / 2008,1 \text{ m}^3 = 471,9 \text{ €/m}^3.$$

Nustatyta 1 m^3 kaina neleidžia jos lyginti su kita klojinių sistema, kadangi priklausomai nuo aukščio, ji kinta. Kuo statinys aukštesnis, tuo 1 m^3 kaina yra mažesnė. Statinį suskirsčiau intervalais kas 6 metrus, būdingais lyginamajai klojinių sistemai, ir suskaičiavau 1 m^3 kainą šiuose taškuose.

Skaičiuojant 1 m^3 kainą charakteringuose taškuose, ėmiau pastovias ir kintamas sąnaudas. Pastovias išlaidas sudaro klojinių įrengimo bei demontavimo išlaidos, kadangi nepriklausomai kokio aukščio pastatas būtų, jos lieka nekintamos. Taigi, klojinių surinkimo ir demontavimo išlaidas:

$$90995,94 \text{ €} + 37530,48 \text{ €} = 128526,42 \text{ €}.$$

Kintamąsias statinio sienų įrengimo išlaidas skaičiavau iš visų išlaidų minusavęs kintamas išlaidas ir gautą rezultatą padalinęs iš statinio aukščio. Taip gavau 1 tiesinio metro konstrukcijos įrengimo kainą:

$$(274400,19 \text{ €} - 128526,42 \text{ €}) / 58 \text{ m} = 2515,07 \text{ €/m}.$$

5.6. Konstruktijos kaina charakteringuose taškuose

Klojinių sistemos, su kuria lyginau sienų įrengimo slenkančiaisiais klojiniais rodikliai, betonavimo ciklo aukštis yra 6 metrai. Statinio sienų įrengimą suskirsčiau kas 6 metrus. Skaičiavau ir ties 10 metrų aukščiu, kadangi nagrinėjamu atveju šiame aukštyje keičiasi statinio sienų storis. Skaičiuodamas išlaidas charakteringuose taškuose taikiau tokią formulę: pastoviosios išlaidos + konstrukcijos 1 tiesinio metro įrengimo kaina x skaičiuojamas aukštis.

1. **1 metro įrengimo kaina:**

$$128526,42 \text{ €} + 1 \text{ m} \times 2515,07 \text{ €/m} = 131041,49 \text{ €};$$

2. **6 metrų įrengimo kaina:**

$$128526,42 \text{ €} + 6 \text{ m} \times 2515,07 \text{ €/m} = 143616,84 \text{ €};$$

3. **10 metrų įrengimo kaina:**

$$128526,42 \text{ €} + 10 \text{ m} \times 2515,07 \text{ €/m} = 153677,12 \text{ €};$$

4. **16 metrų įrengimo kaina:**

$$128526,42 \text{ €} + 16 \text{ m} \times 2515,07 \text{ €/m} = 168767,54 \text{ €};$$

5. **22 metrų įrengimo kaina:**

$$128526,42 \text{ €} + 22 \text{ m} \times 2515,07 \text{ €/m} = 183857,96 \text{ €};$$

6. **28 metrų įrengimo kaina:**

$$128526,42 \text{ €} + 28 \text{ m} \times 2515,07 \text{ €/m} = 198948,38 \text{ €};$$

7. **34 metrų įrengimo kaina:**

$$128526,42 \text{ €} + 34 \text{ m} \times 2515,07 \text{ €/m} = 214038,8 \text{ €};$$

8. **40 metrų įrengimo kaina:**

$$128526,42 \text{ €} + 40 \text{ m} \times 2515,07 \text{ €/m} = 229129,22 \text{ €};$$

9. **46 metrų įrengimo kaina:**

$$128526,42 \text{ €} + 46 \text{ m} \times 2515,07 \text{ €/m} = 244219,64 \text{ €};$$

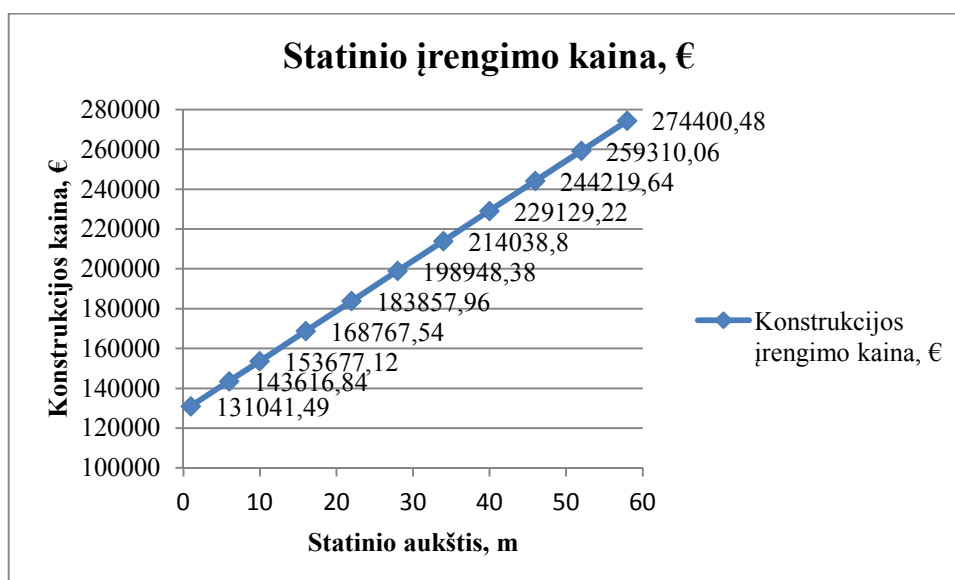
10. **52 metrų įrengimo kaina:**

$$128526,42 \text{ €} + 52 \text{ m} \times 2515,07 \text{ €/m} = 259310,06 \text{ €};$$

11. **58 metrų įrengimo kaina:**

$$128526,42 \text{ €} + 58 \text{ m} \times 2515,07 \text{ €/m} = 274400,48 \text{ €}.$$

Gauti duomenys pateikti 5.6 paveiksle.



5.6 pav. Statinio įrengimo kaina slankiaisiais klojiniais.

Apskaičiavęs konstrukcijos įrengimo kainą charakteringuose taškuose iš gautų rezultatų nustaciau statinio 1m³ betono įrengimo kainą tam tikrame aukštyje. Šis rodiklis bus vienas iš svarbiausių lyginant su kita klojinių sistema, kuriai apskaičiuota kaina bus fiksuota bet kokiame aukštyje. Tam tikslui suskaičiavau kiek m³ betono mišinio yra 1 tiesiniame statinio metre.

$$2008,1 \text{ m}^3 / 58 \text{ m}' = 34,62 \text{ m}^3/\text{m}';$$

Skaičiuojant 1m³ konstrukcijos įrengimo kainą fiksuotame aukštyje dalinsiu iš jos skaičiuokamo aukščio ir betono mišinio kiekio 1 tiesiniame metre sandaugos. Skaičiavau tuose pačiuose charakteringuose taškuose:

1. 1m³ konstrukcijos kaina 1 metro aukštyje:
 $131041,49 \text{ €} / (1 \text{ m} \times 34,62 \text{ m}^3/\text{m}') = 3785,14 \text{ €} / \text{m}^3;$
2. 1m³ konstrukcijos kaina 6 metrų aukštyje:
 $143616,84 \text{ €} / (6 \text{ m} \times 34,62 \text{ m}^3/\text{m}') = 691,39 \text{ €} / \text{m}^3;$
3. 1m³ konstrukcijos kaina 10 metrų aukštyje:
 $153677,12 \text{ €} / (10 \text{ m} \times 34,62 \text{ m}^3/\text{m}') = 443,89 \text{ €} / \text{m}^3;$
4. 1m³ konstrukcijos kaina 16 metrų aukštyje:
 $168767,54 \text{ €} / (16 \text{ m} \times 34,62 \text{ m}^3/\text{m}') = 304,78 \text{ €} / \text{m}^3;$
5. 1m³ konstrukcijos kaina 22 metrų aukštyje:
 $183857,96 \text{ €} / (22 \text{ m} \times 34,62 \text{ m}^3/\text{m}') = 241,39 \text{ €} / \text{m}^3;$
6. 1m³ konstrukcijos kaina 28 metrų aukštyje:
 $198948,38 \text{ €} / (28 \text{ m} \times 34,62 \text{ m}^3/\text{m}') = 205,23 \text{ €} / \text{m}^3;$
7. 1m³ konstrukcijos kaina 34 metrų aukštyje:

$$214038, 8 \text{ €} / (34 \text{ m} \times 34, 62 \text{ m}^3/\text{m}') = 181, 84 \text{ €} / \text{m}^3;$$

8. 1m^3 konstrukcijos kaina **40** metrų aukštyje:

$$229129, 22 \text{ €} / (40 \text{ m} \times 34, 62 \text{ m}^3/\text{m}') = 165, 46 \text{ €} / \text{m}^3;$$

9. 1m^3 konstrukcijos kaina **46** metrų aukštyje:

$$244219, 64 \text{ €} / (46 \text{ m} \times 34, 62 \text{ m}^3/\text{m}') = 153, 35 \text{ €} / \text{m}^3;$$

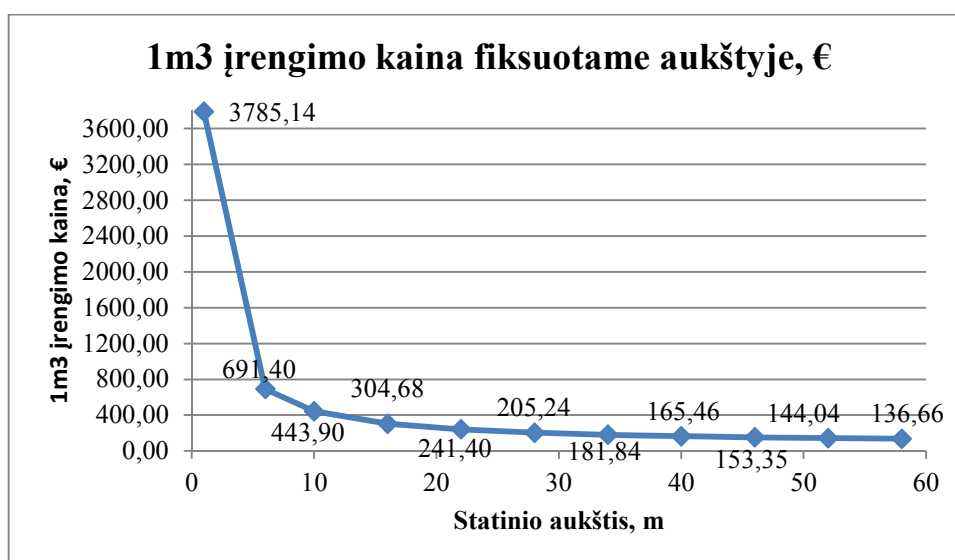
10. 1m^3 konstrukcijos kaina **52** metrų aukštyje:

$$259310, 06 \text{ €} / (52 \text{ m} \times 34, 62 \text{ m}^3/\text{m}') = 144, 04 \text{ €} / \text{m}^3;$$

11. 1m^3 konstrukcijos kaina **58** metrų aukštyje:

$$274400, 48 \text{ €} / (58 \text{ m} \times 34, 62 \text{ m}^3/\text{m}') = 136, 66 \text{ €} / \text{m}^3;$$

Gautus rezultatus pateikiu 5.7 paveiksle.



5.7 pav. 1m^3 įrengimo kaina fiksuotame aukštyje.

6. SIENŲ ĮRENGIMO TYRIMAS KILNOJAMAISIAIS „DOKA“ KLOJINIAIS

Kaip alternatyva slenkantiesiems klojiniams, sienų įrengimo darbams gali būti naudojami ir kilnojамieji klojiniai. Analizei pasirinkta „Doka“ kilnojamųjų klojinių sistema MF, kurios tiekėjai statinio sienų įrengimo klojinių konkurso pateikė būtent šią sistemą.

Analizuojamo statinio sienų įrengimo technologija yra suskirstoma į 10 etapų. Jie parenkami atsižvelgiant į technologines siūles ir į pasirinktą klojinių sistemą. Pagal gamintojo rekomendacijas užsiduodamas betonavimo ciklo aukštis 6 metrai. Antrasis betonavimo ciklas- 4,74 m, kadangi aukštyje 10,74 m keičiasi analizuojamo statinio sienų storis.

Lentelėje pateikiu statinio sienų suskirstymą betonavimo ciklais, taip pat armatūros ir betono kiekį reikalingą kiekvienam etapui. Šiuos duomenis bus naudoju apskaičiuojant darbo sąnaudas kilnojamųjų klojinių sistemai.

Lentelė Nr. 1. Betonavimo ciklų medžiagų kiekiai.

Eil. Nr.	Aukštis nuo, m	Aukštis iki, m	Armatūros kiekis, t	Betono kiekis, m ³
1.	0,00	6,00	40,68	313,9
2.	6,00	10,74	32,14	247,9
3.	10,74	16,74	31,61	183,6
4.	16,74	22,74	31,61	183,6
5.	22,74	28,74	31,61	183,6
6.	28,74	34,74	31,61	183,6
7.	34,74	40,74	31,61	183,6
8.	40,74	46,74	31,61	183,6
9.	46,74	52,74	31,61	183,6
10.	52,74	58,00	27,70	160,96

Priešingai nei analizuojant sienų įrengimą slenkančiais klojiniais, kur iš statybos laikotarpio buvo žinomos sąnaudos, sienų įrengimo sąnaudos „DOKA“ klojinių sistemai skaičiavau remiantis Sistelos normatyve baze. Naudojamos sekančiai išvardintos darbuotojų darbo sąnaudų ir mechanizmų normos pagrindiniams darbams:

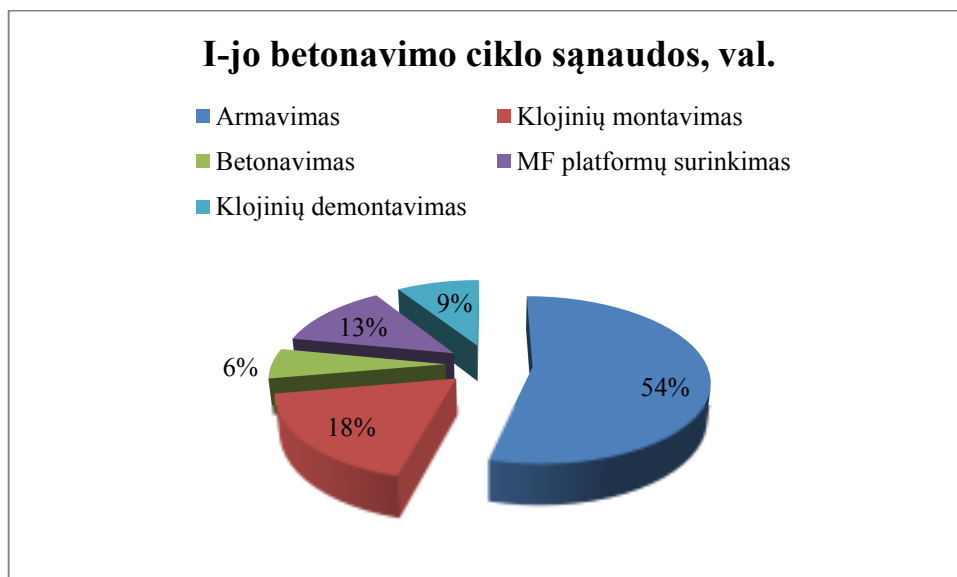
1. Armavimo darbai – 50 h/t ;
2. Kranas klojinių montavimui – $0,15 \text{ h/m}^2$;
3. Klojinių montavimas – $0,6 \div 0,8 \text{ h/m}^2$;
4. Betonavimas – $0,7 \text{ h/m}^2$;
5. Klojinių demontavimas – $0,3 \div 0,4 \text{ h/m}^2$.

Remiantis Sistelos normatyvais ir išvardintais darbų kiekiais suskaičiuojamos darbo sąnaudos kiekvienam etapui. Skaičiuojami 1-as, 2-as, 3-as ir 10-as betonavimo ciklas, kadangi visi likę yra identiški 3-ajam.

Pirmojo betonavimo ciklo nuo 0,00 m iki 6,00 m darbo sąnaudų skaičiavimas:

1. Armavimo darbai: $40,68 \text{ t} \times 50 \text{ h/t} = 2034 \text{ h}$;
2. Klojinių montavimas: $853 \text{ m}^2 \times 0,8 \text{ h/m}^2 = 682,4 \text{ h}$;
3. Betonavimas: $313,92 \text{ m}^3 \times 0,7 \text{ h/m}^3 = 219,74 \text{ h}$;
4. MF platformų surinkimas: $72 \text{ vnt} \times 6,7 \text{ h/vnt} = 482,4 \text{ h}$;
5. Klojinių demontavimas: $853 \text{ m}^2 \times 0,4 \text{ h/m}^2 = 341,2 \text{ h}$.

Gauti rezultatai pateikt 6.1 paveiksle.



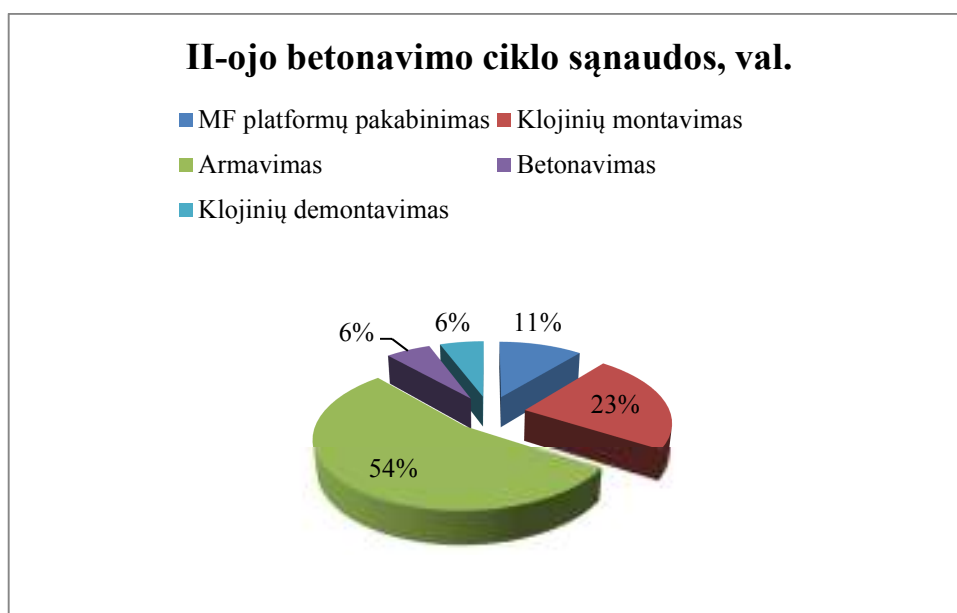
6.1 pav. Pirmojo betonavimo ciklo darbo sąnaudos.

Viso 3759, 74 valandos.

Antrojo betonavimo ciklo nuo 6,00 m iki 10,74 m darbo sąnaudų skaičiavimas:

1. MF platformų pakabinimas: $72 \text{ vnt} \times 4,5 \text{ h/vnt} = 324 \text{ h}$;
2. Klojinių montavimas: $853 \text{ m}^2 \times 0,8 \text{ h} = 682,4 \text{ h}$;
3. Armavimo darbai: $32,14 \text{ t} \times 50 \text{ h/t} = 1607 \text{ h}$;
4. Betonavimas: $247,99 \text{ m}^3 \times 0,7 \text{ h/m}^3 = 173,59 \text{ h}$;
5. Klojinių demontavimas: $853 \text{ m}^2 \times 0,2 \text{ h/m}^2 = 170,6 \text{ h}$.

Gauti rezultatai pateikti 6.2 paveiksle.



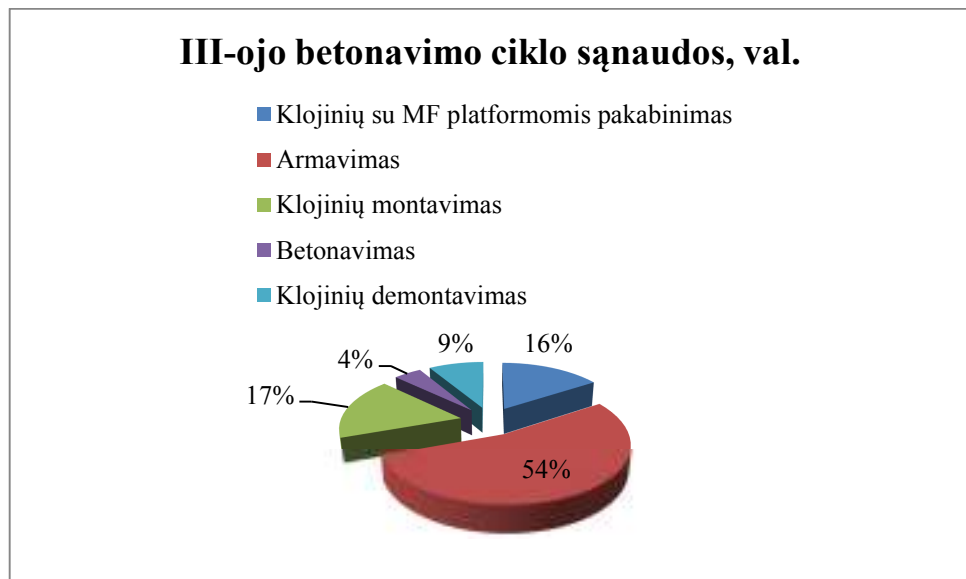
6.2 pav. Antrojo betonavimo ciklo darbo sąnaudos, val.

Viso 2957, 59 valandos.

Trečiojo- devintojo betonavimo ciklo nuo 10,74 m iki 16,74 m darbo sąnaudų skaičiavimas:

1. Klojinių su MF platformomis pakabinimas: $72 \text{ vnt} \times 6,5 \text{ h/vnt} = 468 \text{ h}$;
2. Armavimo darbai: $31,61 \text{ t} \times 50 \text{ h/t} = 1580,5 \text{ h}$;
3. Klojinių montavimas: $853 \text{ m}^2 \times 0,6 \text{ h} = 511,8 \text{ h}$;
4. Betonavimas: $183,6 \text{ m}^3 \times 0,7 \text{ h/m}^3 = 128,52 \text{ h}$;
5. Klojinių demontavimas: $853 \text{ m}^2 \times 0,3 \text{ h/m}^2 = 255,9 \text{ h}$.

Gauti rezultatai pateikti 6.3 paveiksle.



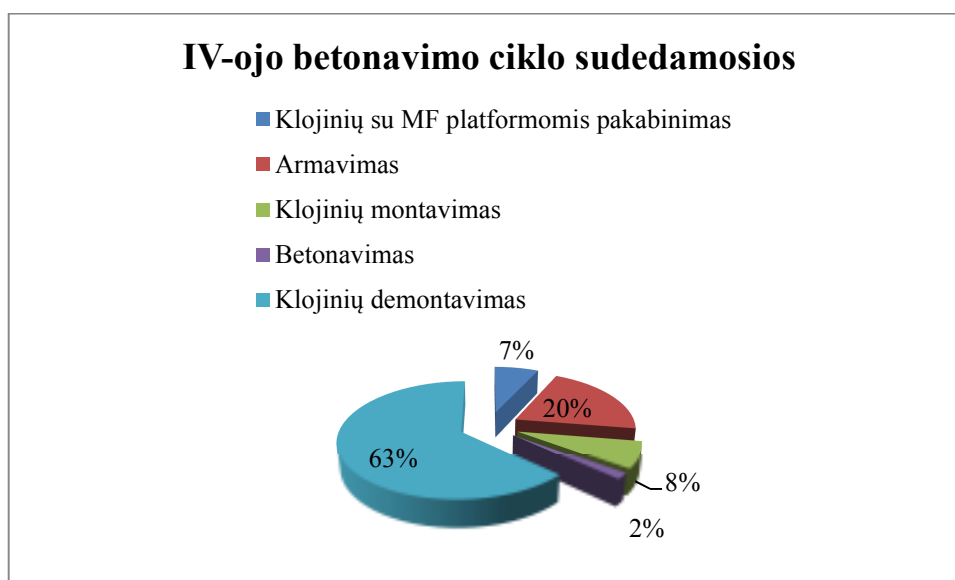
6.3 pav. Trečiojo– devintojo betonavimo ciklo darbo sąnaudos, val.

Viso 2944, 72 valandos.

Dešimtojo betonavimo ciklo nuo 52,74 m iki 58 m darbo sąnaudų skaičiavimas:

1. Klojinių su MF platformomis pakabinimas: $72 \text{ vnt} \times 6,5 \text{ h/vnt} = 468 \text{ h}$;
2. Armavimo darbai: $27,7 \text{ t} \times 50 \text{ h/t} = 1385 \text{ h}$;
3. Klojinių montavimas: $853 \text{ m}^2 \times 0,6 \text{ h} = 511,8 \text{ h}$;
4. Betonavimas: $160,96 \text{ m}^3 \times 0,7 \text{ h/m}^3 = 112,67 \text{ h}$;
5. Klojinių demontavimas, nuvalymas ir paruošimas išvežimui: 4250 val.

Gauti rezultatai pateikti 6.4 paveiksle.



6.4 pav. Dešimtojo betonavimo ciklo darbo sąnaudos, val.

Viso 6727, 47 valandos.

6.1. Sienų įrengimo išlaidų kilnojamaisiais klojiniais skaičiavimas

Klojinių tiekėjo pasiūlyta klojinių sistema susideda iš dviejų dedamųjų. Tai yra sieniniai klojiniai skirti apvaliems statiniams ir pakabinamos platformos MF. Sieninių klojinių vienam betonavimo ciklui reikės 853 m². Jų nuomos kaina mėnesiui **9209,92 €**. Pakabinamų platformų MF 240 viso bus reikalinga 72 komplektai. Jų nuomos kaina mėnesiui **7370,83 €**. Į nuomos kainą neįvertintas klojinių sistemos pristatymas ir išvežimas, kuris šiuo atveju siektų **8862,37 €**.

Norėdamas tiksliai suskaičiuoti išlaidas klojinių nuomai ir bokštiniam kranui, remiantis Sistelos normomis apskaičiavau preliminarų kalendorinį grafiką. Skaičiavau tomis pačiomis sąlygomis kaip ir slenkantiems klojiniais, t.y. dirbant 24 valandas per parą ir naudojantis vienu bokštiniu kranu.

Pirmasis betonavimo ciklas trunka 16 parų, antrasis 19 parų, trečias – devintas po 15 parų ir galiausiai 10 etapas trunka 25 paras. Viso statybos trukmė pasirinkus šią klojinių sistemą truktų 165 paras, t.y. 5,5 mėn.

Vieno mėnesio klojinių su MF platformomis kaina yra **16580,75 €**. Statybai užsitęsus iki 5,5 mėn. klojinių nuomos kaina būtų $5,5 \times 16580,75 \text{ €} = 91194, 13 \text{ €}$. Prie šios sumos pridėtu klojinių transportavimo išlaidas ir gauname galutinę sumą klojiniais $91194, 13 \text{ €} + 8862, 37 \text{ €} = \underline{\underline{100056,5 \text{ €}}}$.

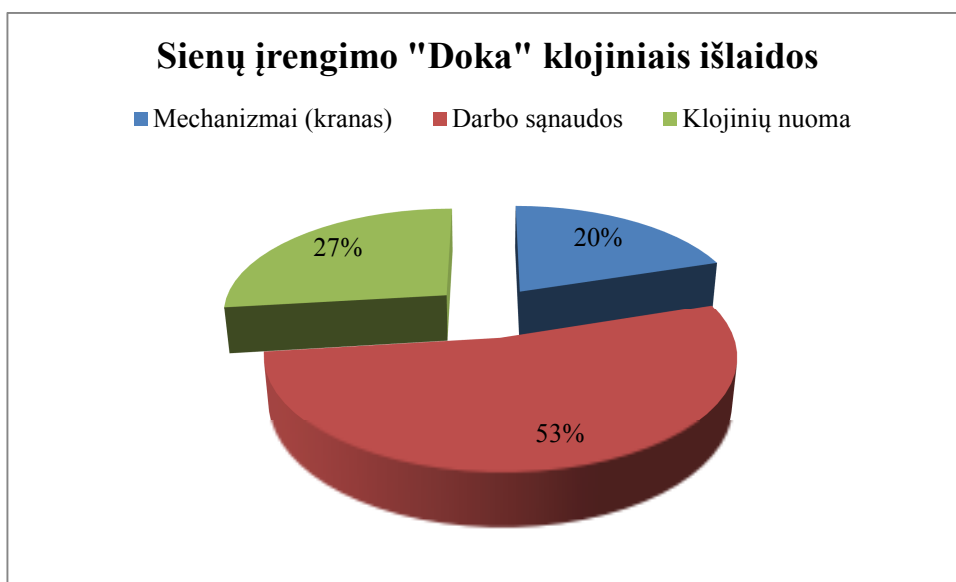
Bokštiniam kranui, kurio valandos kaina yra 18, 83 €/val., per 5, 5 mėn. bus išieškota tokia suma:

$$165 \text{ d.d.} \times 24 \text{ val.} \times 18,83 \text{ €/val} = \underline{74566,8 \text{ €}}$$

Susumavęs anksčiau apskaičiuotas darbo sąnaudas gaunu, kad sienoms įrengti prireiks 34057 darbo valandų. Padauginę iš valandinio darbo įkainio gauname išlaidas darbo jėgai:

$$34057 \text{ val.} \times 5,79 \text{ €/val.} = \underline{197190,03 \text{ €}}$$

Suskaičiavęs išlaidas pagrindinėms trimis lyginimo kryptims, rezultatus pateikiu 6.5 paveiksle.



6.5 pav. Sienų įrengimo „Doka“ klojiniais išlaidos

Susumavęs visas tris dedamąsias gaunu, kad sienų įrengimas kainuoja 371813,33 €. Padalinęs šią sumą iš išlieto betono mišinio kiekio, gausu 1 m³ kainą.

$$371813,33 \text{ €} / 2008,1 \text{ m}^3 = \underline{185,16 \text{ €/m}^3}$$

Turimę bendrą 1m³ kainą visam statiniui naudojant kilnojamų klojinių sistemą. Norėdami palyginti ją su slenkančiųjų klojinių gautais duomenimis, apskaičiuosime išlaidas kiekvienam betonavimo ciklui, vėliau išskaičiuosime 1 m³ kainą jau anksčiau pasirinktuose charakteringuose taškuose. Tam tikslui išskaičiuojame klojinių sistemos nuomos kainą vienai dienai visą sumą dalindami iš statybos trukmės:

$$100056,5 \text{ €} / 165 \text{ d.} = \underline{606,40 \text{ €/d.}}$$

1. Pirmųjų 6 metrų kainos skaičiavimas:

- ✓ Darbo sąnaudos: $3759,74 \text{ h} \times 5,79 \text{ €/h} = \underline{21768,89 \text{ €}}$;
- ✓ Bokštinis kranas: $16 \text{ d.} \times 24 \text{ h} \times 18,83 \text{ €/h} = \underline{7230,72 \text{ €}}$;
- ✓ Klojinių nuoma: $16 \text{ d.} \times 606,40 \text{ €/d.} = \underline{9702,4 \text{ €}}$.

Viso **38702,01 €**.

2. Aukščio nuo 6 m iki 10,74 m kainos skaičiavimas:

- ✓ Darbo sąnaudos: $2957,59 \text{ h} \times 5,79 \text{ €/h} = 17124,45 \text{ €}$;
- ✓ Bokštinis kranas: $19 \text{ d.} \times 24 \text{ h} \times 18,83 \text{ €/h} = 8586,48 \text{ €}$;
- ✓ Klojinių nuoma: $19 \text{ d.} \times 606,40 \text{ €/d.} = 11521,6 \text{ €}$.

Viso: **37232,53 €**.

3. Aukščio nuo 10,74 iki 16,74 metrų kainos skaičiavimas:

- ✓ Darbo sąnaudos: $2944,63 \text{ h} \times 5,79 \text{ €/h} = 17049,41 \text{ €}$;
- ✓ Bokštinis kranas: $15 \text{ d.} \times 24 \text{ h} \times 18,83 \text{ €/h} = 6778,8 \text{ €}$;
- ✓ Klojinių nuoma: $15 \text{ d.} \times 606,40 \text{ €/d.} = 9096,0 \text{ €}$.

Viso: **32924,21 €**.

4. Paskutinių 6 metrų kainos skaičiavimas:

- ✓ Darbo sąnaudos: $6726,7 \text{ h} \times 5,79 \text{ €/h} = 38947,59 \text{ €}$;
- ✓ Bokštinis kranas: $25 \text{ d.} \times 24 \text{ h} \times 18,83 \text{ €/h} = 11298,0 \text{ €}$;
- ✓ Klojinių nuoma: $25 \text{ d.} \times 606,40 \text{ €/d.} = 15160,0 \text{ €}$.

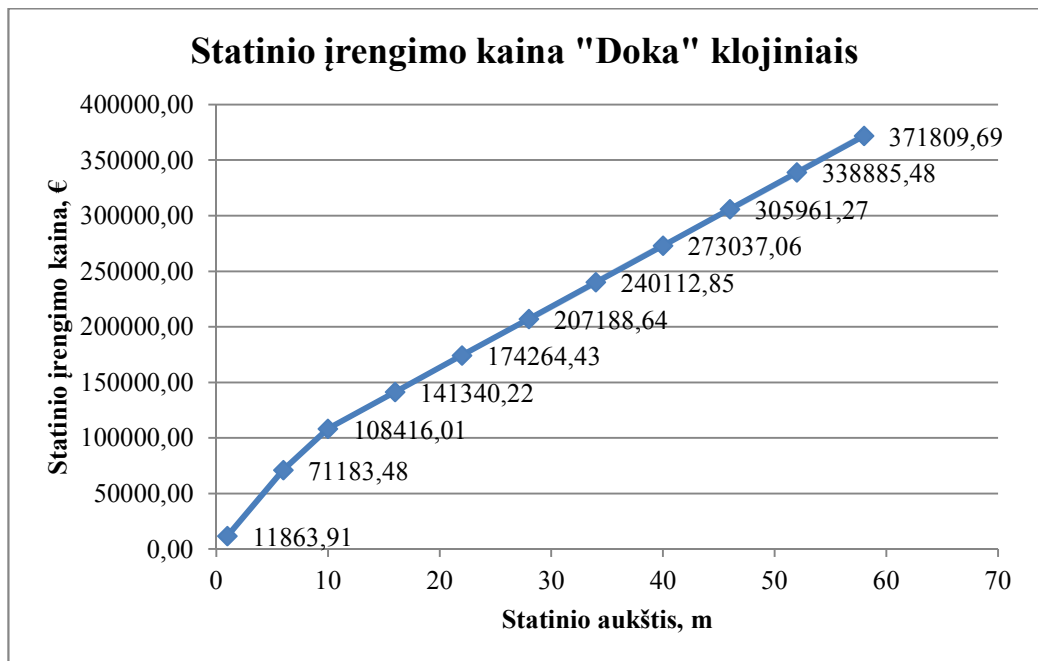
Viso: **65405,59 €**.

Kaip matome iš kainų skaičiavimo, paskutinių 6 metrų kaina yra ženkliai didesnė už prieš tai esančių, nors kiekiai yra identiški. Taip yra dėl to, kad baigus betonavimo darbus klojiniai yra demontuojami, valomi, pakuojami išvežimui. Taip pat ardamos platformos.

Kadangi klojiniai būtų valomi ir ruošiami išvežimui įrenginėjant bet kokio aukščio konstrukcijas, išlaidų skirtumą lyginant su prieš tai įrengtais 6 metrais sienos atėmiau iš paskutinio etapo ir vėliau pridėjau prie pirmojo. Taip palyginimo sąlygos abejoms klojinių sistemoms bus vienodos, kadangi analogiškai buvo skaičiuotos išlaidos slenkančiųjų klojinių sistemai. Taigi perskaičiuoju pirmojo etapo išlaidas:

$$38702,01 \text{ €} + (65405,59 \text{ €} - 32924,21 \text{ €}) = 71183,48 \text{ €}.$$

Gautus rezultatus pateikiu 6.6 paveiksle:



6.6 pav. Statinio įrengimo kaina „Doka“ klojiniais

Skaičiuodami 1m^3 įrengimo kainą konstrukcijos įrengimo kainą tam tikrame aukštyje, konstrukcijos įrengimo kainą tam tikrame aukštyje dalinsime iš to paties aukščio ir betono mišinio kiekio 1 tiesiniame metre sandaugos. Skaičiuojame tuose pačiuose charakteringuose taškuose:

1. 1m^3 konstrukcijos kaina **1** metro aukštyje:
 $11863,91 \text{ €} / (1 \text{ m} \times 34,62 \text{ m}^3/\text{m}') = \mathbf{342,69 \text{ €/m}^3}$;
2. 1m^3 konstrukcijos kaina **6** metrų aukštyje:
 $71183,48 \text{ €} / (6 \text{ m} \times 34,62 \text{ m}^3/\text{m}') = \mathbf{342,69 \text{ €/m}^3}$;
3. 1m^3 konstrukcijos kaina **10** metrų aukštyje:
 $108416,01 \text{ €} / (10 \text{ m} \times 34,62 \text{ m}^3/\text{m}') = \mathbf{313,16 \text{ €/m}^3}$;
4. 1m^3 konstrukcijos kaina **16** metrų aukštyje:
 $141340,22 \text{ €} / (16 \text{ m} \times 34,62 \text{ m}^3/\text{m}') = \mathbf{255,16 \text{ €/m}^3}$;
5. 1m^3 konstrukcijos kaina **22** metrų aukštyje:
 $174264,43 \text{ €} / (22 \text{ m} \times 34,62 \text{ m}^3/\text{m}') = \mathbf{228,80 \text{ €/m}^3}$;
6. 1m^3 konstrukcijos kaina **28** metrų aukštyje:
 $207188,64 \text{ €} / (28 \text{ m} \times 34,62 \text{ m}^3/\text{m}') = \mathbf{213,74 \text{ €/m}^3}$;
7. 1m^3 konstrukcijos kaina **34** metrų aukštyje:
 $240112,85 \text{ €} / (34 \text{ m} \times 34,62 \text{ m}^3/\text{m}') = \mathbf{203,99 \text{ €/m}^3}$;
8. 1m^3 konstrukcijos kaina **40** metrų aukštyje:
 $273037,06 \text{ €} / (40 \text{ m} \times 34,62 \text{ m}^3/\text{m}') = \mathbf{197,17 \text{ €/m}^3}$;
9. 1m^3 konstrukcijos kaina **46** metrų aukštyje:

$$305961,27 \text{ €} / (46 \text{ m} \times 34,62 \text{ m}^3/\text{m}') = 192,12 \text{ €} / \text{m}^3;$$

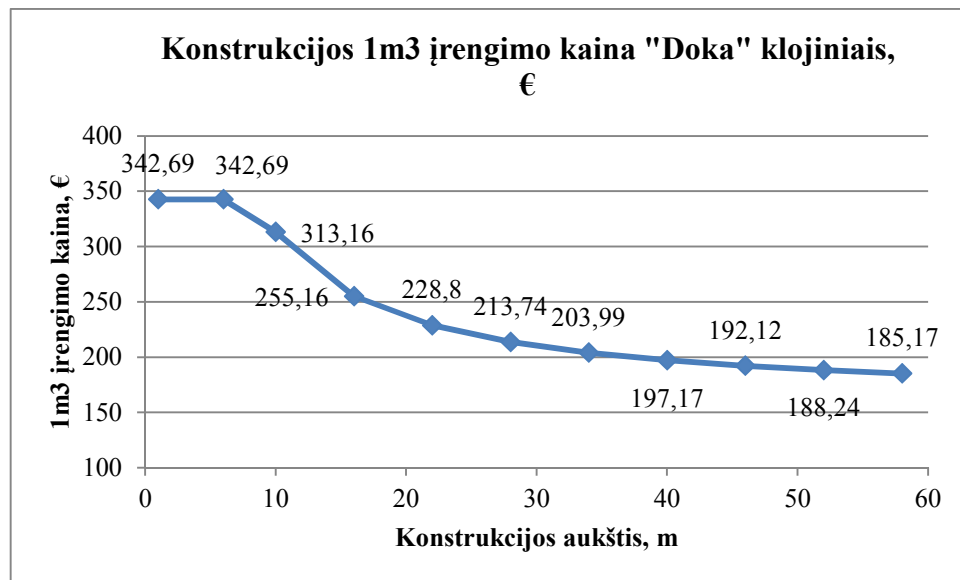
10. 1 m^3 konstrukcijos kaina 52 metrų aukštyje:

$$338885,48 \text{ €} / (52 \text{ m} \times 34,62 \text{ m}^3/\text{m}') = 188,24 \text{ €} / \text{m}^3;$$

11. 1 m^3 konstrukcijos kaina 58 metrų aukštyje:

$$371809,69 \text{ €} / (58 \text{ m} \times 34,62 \text{ m}^3/\text{m}') = 185,17 \text{ €} / \text{m}^3.$$

Gauti rezultatai pateikti 6.7 paveiksle.



6.7 pav. Konstrukcijos įrengimo kainos diagrama.

1 m^3 įrengimo kaina pasiekia optimalią šiai sistemai maždaug ties 50 metrų aukščio žyma. Kainos priklausomai nuo aukščio svyruoja, kadangi į pirmųjų etapų išlaidas yra įtrauktas klojinių transportavimas ir visi kiti paruošiamieji darbai. Būtent vykdant pirmuosius betonavimo ciklus, surenkamos ir pakabinamos platformos MF, kurias vėliau reikia tik perkelti bokštiniu kranu. Taip pat prie pirmųjų etapų yra pridėtos klojinių demontavimo išlaidos.

7. SLENKANČIŪJŲ IR DOKA KILNOJAMŲ KLOJINIŲ SISTEMŲ Palyginimas

Nagrinėdami sienų įrengimą išanalizavome jau įrengto statinio sienų įrengimą slenkančiais klijais. Analizei buvo naudojami realiai įgyvendinto projekto duomenys. Siekiant pagrįsti ekonomišką klijų sistemą pasirinkimą atlikti skaičiavimai to paties statinio sienų įrengimui pasitelkus kilnojamų klijų sistemą su pakabinamomis platformomis iš vienos populiariausių Lietuvoje klijų tiekėjo asortimento, t.y. Doka.

Darbo tikslas rasti tašką, t.y. statinio aukštį, iki kurio tikslinga naudoti vieną klijų sistemą ir nuo kurio – kitą.

Nagrinėjant sienų įrengimą slenkančiais klijais daugelis analizei reikalingų duomenų buvo pasitelkta iš jau įgyvendinto projekto. Buvo žinoma statybų trukmė, dirbusių darbininkų darbo valandų skaičius, slenkančiųjų klijų bei bokštinio kranų nuomos kaina. Iš turimų duomenų atlikdami skaičiavimus radome reikalingus palyginimui rodiklius.

Skaičiuojant sienų įrengimą kilnojamų klijų sistema, skaičiavimai buvo atliekami pasitelkus sąmatų programą SISTELA normatyvine baze. Pasitelkus šią programą buvo suskaičiuotos reikalingos sąnaudos ir resursai statinio sienų įrengimui. Remiantis šiais duomenimis buvo apskaičiuota statybos trukmė naudojant kilnojamų klijų sistemą, tuo pačiu rasta statybos kaina ir apskaičiuoti palyginimui reikalingi rodikliai.

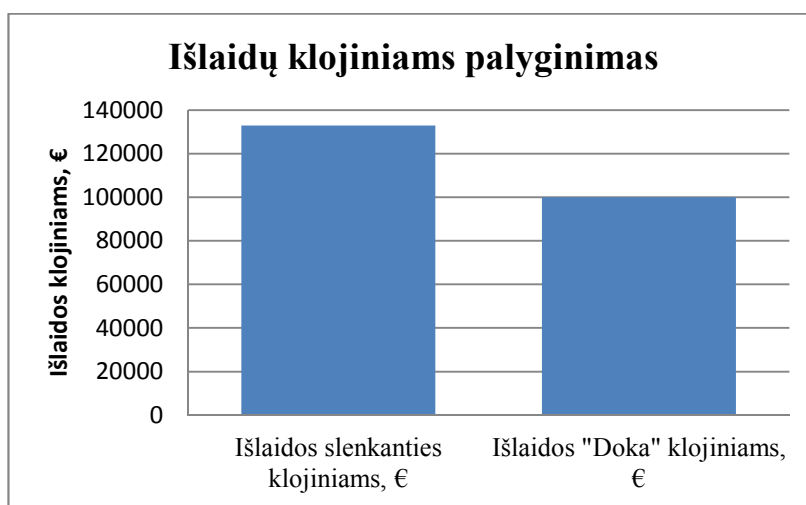
Planuojant vykdyti monolitinių konstrukcijų įrengimo darbus pirmiausia reikia pasirinkti klijų sistemą. Ne paslaptis, kad pirmiausiai atkreipiamas dėmesys į klijų sistemos nuomos kainą. Lyginamų dviejų klijų sistemų nuomos kainų mėnesiui skirtumas pateikiu 7.1 paveiksle.



7.1 pav. Klijų nuomos kaina mėnesiui palyginimas

Pamačius nuomos kainų skirtumą vienam mėnesiui, atrodo tūrėtų nebekilti klausimų kurią klojinių sistemą reikėtų pasirinkti. Tačiau atlikus įvairius skaičiavimus, susijusius tiek su klojinių nuoma, tiek su statybos trukme, tiek su kitomis sąnaudomis, gauti rezultatai išryškina vienos iš klojinių sistemos pranašumą.

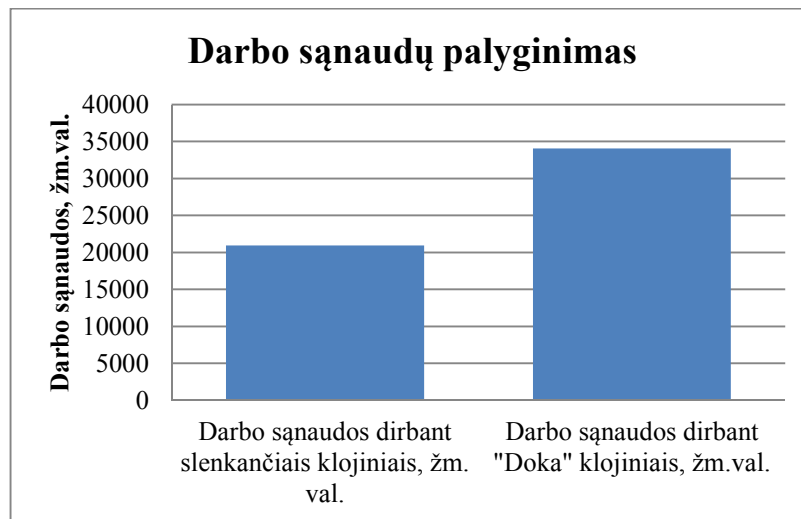
Pirmiausiai statybos trukmė. Slenkančiais klojiniais sienų įrengimas truko 45 paras, nuo tarpu dirbant kilnojamaisiais klojiniais statybos trukmė būtų užsitęsusi net iki 165 parų. Nuomos kaina slenkantiesiems klojiniais visam statybos laikotarpiui yra **132890,69 €**, kilnojamų klojinių nuomos kaina visam statybos laikotarpiui **100056,5 €**. Taigi pateikiama diagrama, kokios išlaidos klojinių sistemai būtų visam statybos laikotarpiui.



7.2 pav. Išlaidos klojinių sistemoms visam statybos laikotarpiui

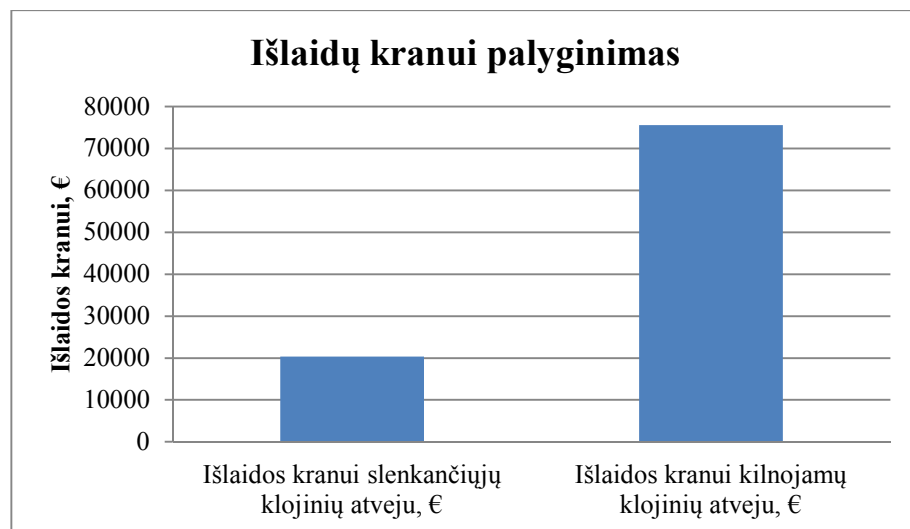
Kaip ir mėnesio nuomos kaina, taip pat ir suma visam statybos laikotarpiui, tik jau ne taip ženkliai, skiriasi kilnojamųjų klojinių naudai.

Sekantis lyginimo aspektas yra darbo sąnaudos. Dėl palyginti trumpos statybų trukmės slenkančiais klojiniais, kuri yra net 3,5 karto trumpesnė nei kilnojamais klojiniais, atsiranda jau slenkančiųjų klojinių pranašumas. Darbo sąnaudos slenkančiųjų klojinių atveju būtų **20927,9 h**, kilnojamųjų klojinių – **34056,9 h**. Šiuo atveju ypač didelis skirtumas slenkančiųjų klojinių sistemos naudai.



7.3 pav. Darbo sąnaudų palyginimas

Vertinant bokštinio kranu nuomos kainą visam statybos laikotarpiui, įtakos vėl turi statybų trukmė. Šiam aspektui išlaidų skirtumas tiesiogiai proporcingas statybos trukmei ir vėl paryškina slenkančiųjų klojinių pranašumą. Išlaidos kranui slenkančiųjų klojinių atveju siektų tik **20331,32 €**, kai tuo tarpu kilnojamųjų klojinių atveju būtų **75548,19 €**.

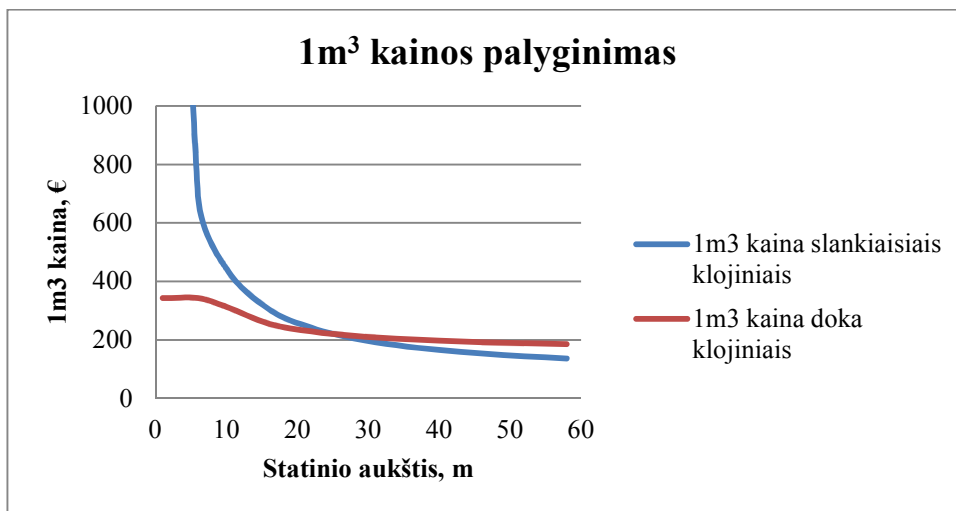


7.4 pav. Išlaidų kranui palyginimas

Susumavęs išlaidas darbo jėgai, kranu ir klojinių nuomai, gaunu slenkančiųjų klojinių pranašumą įrodantį rezultatą. Slenkančiųjų klojinių atveju sienų įrengimo išlaidos siektų **274400,19 €**, o kilnojamųjų klojinių atveju **371809,69 €**. Tačiau šis pranašumas yra skaičiuojant 58 metrų aukščio statinio sienų įrengimą.

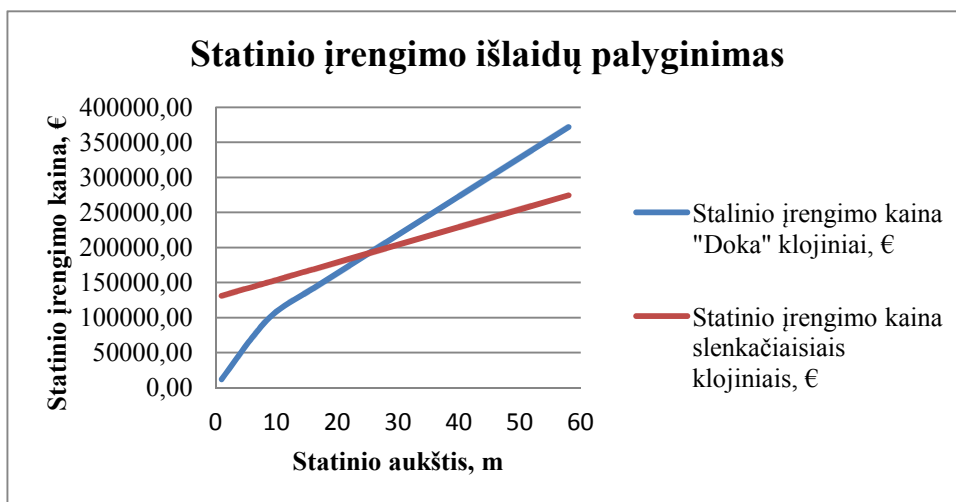
7.1. 1m³ įrengimo kainos palyginimas

1m³ įrengimo kaina buvo paskaičiuota abejoms klojinių sistemoms. Abiejų klojinių sistemų duomenis pateikiame vienoje diagramoje. Aukštis tarp 22 ir 28 metrų yra kritinis, kai viena sistema pasidaro ekonomiškesnė už kitą.



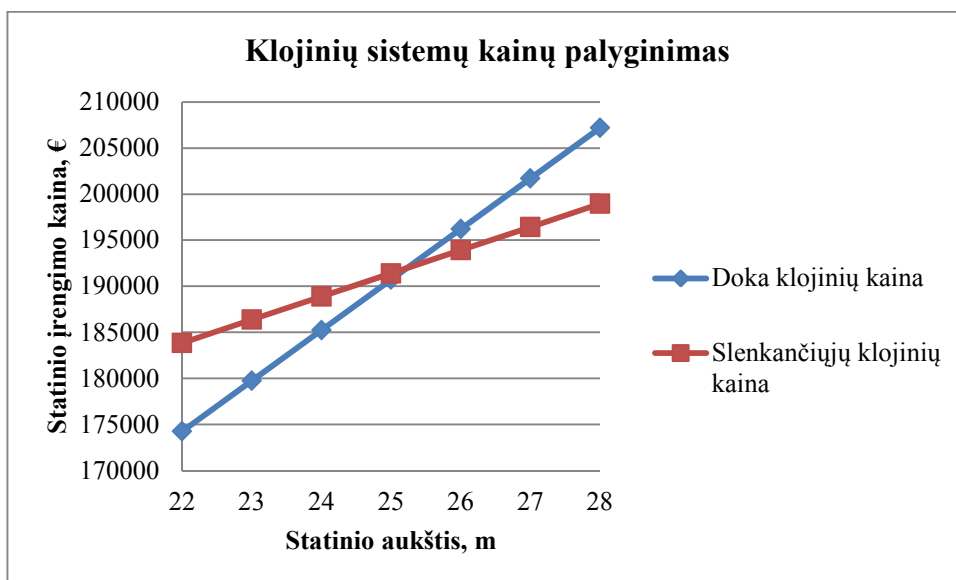
7.5 pav. 1m³ kainos palyginimas

Palyginę sienų įrengimo kainos priklausomybę nuo sienų aukščio, matome, kad statant žemesnius statinius ekonomiškai pranašesni kilnojamieji klojiniai. Tačiau statiniui aukštėjant šis pranašumas mažėja ir galiausiai tinkamesni naudojimui pasidaro slenkantieji klojiniai. Jau atlikti abiejų sistemų skaičiavimai pateikiami vienoje diagramoje.



7.6 pav. Statinio įrengimo išlaidų palyginimas

Diagramoje matyti, kad 20– 30 metrų aukštis yra ta riba, nuo kurios pradeda ryškėti slenkančiųjų klojinių ekonominis pranašumas. Ši aukščių diapazoną detalizuoju, siekdamas tiksliai rasti aukštį, nuo kurio vertėtų rinktis slenkančiuosius klojinius.



7.7 pav. Klojinių sistemų kainų palyginimas

Diagramoje matyti, kad kainų lūžis yra 25 metrų aukštyje. Taigi atlikęs skaičiavimus ir rezultatus pateikęs diagramose, nustaciau, kad slenkančiųjų klojinių ekonominio pasirinkimo pagrindumas pasireiškia tik jei pastato aukštis yra daugiau nei 25 metrai. Nagrinėjamu atveju statinio aukštis yra 58 metrai.

8. IŠVADOS

Ištirus slenkančiuosius ir kilnojamuosius klojinių tipus, apskaičiuotos statinio įrengimo išlaidos. Lygintos trys pagrindinės išlaidų dedamosios: klojinių nuomai, mechanizmams, darbo sąnaudoms. Lyginant išlaidas ieškotas aukštis nuo kurio tikslinga naudoti slenkančius klojinius.

Klojinių nuoma tiek mėnesiui, tiek visam statybos laikotarpiui yra mažesnė kilnojamųjų klojinių atveju, tačiau sekantys lyginimo aspektai parodė, kad negalima remtis vienu rodikliu renkantis kokią klojinių sistemą tikslinga panaudoti. Slenkančiųjų klojinių atveju išlaidos klojiniams siekia net 49 proc. visų išlaidų, kai kilnojamųjų – 27 proc.

Trumpas statybos laikotarpis nulėmė žymiai mažesnes išlaidas mechanizmams slenkančiųjų klojinių atveju, tačiau mechanizmai sudaro tik 7 proc. visų išlaidų slenkančiųjų ir 20 proc. kilnojamųjų klojinių atveju.

Išlaidos darbo sąnaudoms padengti kilnojamųjų klojinių atveju žymiai didesnės lyginant su slenkančiais klojiniais. Ši dedamoji atitinkamai sudaro 53 proc. kilnojamų klojinių ir 44 proc. slenkančiųjų klojinių atveju bendros statinio įrengimo išlaidų sumos.

Viso slenkančiųjų klojinių atveju išlaidos trims dedamosioms siektų 274410,2€, o kilnojamųjų – 371809,7€. Išlaidos darbams slenkančiųjų klojinių atveju būtų net 35 proc. mažesnės.

Lygindamas išlaidų ir 1m^3 konstrukcijos įrengimo kainos priklausomybės nuo aukščio diagramas nustatytas kritinis 25 metrų aukštis. Iki 25 metrų ekonomiškesnė yra kilnojamų klojinių sistema, o nuo šio aukščio – slenkančiųjų klojinių. Didėjant aukščiui didėja ir slenkančiųjų klojinių pranašumas. Apskaičiuotas 1m^3 konstrukcijos įrengimo kainos skirtumas yra 35 proc. pranašesnis slenkančiųjų klojinių atveju, kurių atvejų yra 136,66€.

9. LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. E. K. Zavadskas, A. Karablikovas, V. Kriukelis, H. Nakas, R. Sakalauskas, Pastatų statybos technologija. Vilnius: Technika, 2007, 8, 193, 194p.
2. V. A. Žiogas, Monolitinės statybos technologija, Kaunas: Technologija, 2008, 7, 91, 103 p.
3. Prieiga per internetą: <http://www.bitschnau.com/gleitschalung/home/unternehmen> [Žiūrėta 2015-11-07];
4. Prieiga per internetą: <http://www.bygging-uddemann.se/> [Žiūrėta 2015-11-07];
5. Prieiga per internetą: http://www.compactbau.hu/csuszozsalu_en.html [Žiūrėta 2015-11-07];
6. Prieiga per internetą: <http://www.format-lambda.pl/eng/offer.html> [Žiūrėta 2015-11-07];
7. Prieiga per internetą: <http://www.gleitbau.com/gleitschalung/konische-gleitschalung/> [Žiūrėta 2015-11-07];
8. Prieiga per internetą: <http://www.slipform.ae/> [Žiūrėta 2015-11-07];
9. Prieiga per internetą: <http://www.slipformitalia.it/> [Žiūrėta 2015-11-07];
10. Prieiga per internetą: <http://osnova-group.com.ua/en/technologii/skolzjashhaja-i-samopodemnaja-opalubka.html> [Žiūrėta 2015-11-07];
11. Prieiga per internetą: <http://www.doka.com/en/system-groups/doka-climbing-systems/crane-lifted-climbing-formwork/climbing-formwork-mf240/index> [Žiūrėta 2015-11-07];
12. Prieiga per internetą: http://www.concretecentre.com/technical_information/building_solutions/formwork/slip_form.aspx [Žiūrėta 2015-11-07];
13. Prieiga per internetą: http://interform.as/index.php?option=com_content&view=article&id=34&Itemid=139 [Žiūrėta 2015-11-07];
14. Prieiga per internetą: <http://www.deltanova.lt/en/120-slipform%20and%20other%20substandard%20forms.html> [Žiūrėta 2015-11-07];
15. Prieiga per internetą: <http://www.slipform.us/technical/advantages/> [Žiūrėta 2015-11-07];
16. Prieiga per internetą: <http://www.dunne-group.com/slipping/> [Žiūrėta 2015-11-07];
17. Prieiga per internetą: http://www.concreteconstruction.net/Images/Vertical%20Slipforming%20as%20a%20Construction%20Tool_tcm45-340651.pdf [Žiūrėta 2015-11-07];
18. Prieiga per internetą: http://fac.ksu.edu.sa/sites/default/files/7-slip-form_construction.pdf [Žiūrėta 2015-11-07];

19. Prieiga per internetą:

[http://www.datumengineers.com/assets/files/Slipform%20Core\(1\).pdf](http://www.datumengineers.com/assets/files/Slipform%20Core(1).pdf) [Žiūrėta 2015-11-07];

20. Balaišis S., Sušinskas S. Analysis of using sliding formwork. Intelligent technologies in logistics and mechatronics systems, ITELMS'2015 : proceedings of the 10th international conference, May 21-22, 2015, Panevėžys, Lithuania.