



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

STATYBOS FAKULTETAS

STATYBINIŲ MEDŽIAGŲ KATEDRA

Tomas Puras

**MODIFIKUOTI SAUSIEJI STATYBINIAI MIŠINIAI
MODIFIED DRY CONSTRUCTIONAL COMPOSITES**

Baigiamasis magistro darbas

Statybos medžiagos ir dirbiniai studijų programa, valstybinis kodas 62402T109

Statybos inžinerija mokslo kryptis

Vilnius, 2009

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

STATYBOS FAKULTETAS

STATYBINIŲ MEDŽIAGŲ KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas

(Parašas)

Romualdas Mačiulaitis

(Vardas, pavardė)

(Data)

Tomas Puras

MODIFIKUOTI SAUSIEJI STATYBINIAI MIŠINIAI

MODIFIED DRY CONSTRUCTIONAL COMPOSITES

Baigiamasis magistro darbas

Statybos medžiagos ir dirbiniai studijų programa, valstybinis kodas 62402T109

Statybos inžinerija mokslo kryptis

Vadovas

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Konsultantas

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Konsultantas

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Vilnius, 2009

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STATYBOS FAKULTETAS
STATYBINIŲ MEDŽIAGŲ KATEDRA

Technologijos mokslo sritis
Statybos inžinerija mokslo kryptis
Statybos inžinerija studijų kryptis
Statybos medžiagos ir dirbiniai studijų programa, valstybinis kodas 62402T109
Statybos medžiagos ir dirbiniai specializacija

TVIRTINU
Katedros vedėjas

(Parašas)
Prof. Romualdas Mačiulaitis
(Vardas, pavardė)
2009
(Data)

BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO
UŽDUOTIS

2009..... Nr.
Vilnius

Studentui (ei) Tomui Purui.....
(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo temaModifikuoti sausieji statybiniai mišiniai

patvirtinta 2008 m. gruodžio mėn. 10 d. dekanų įsakymu Nr. 388 st.

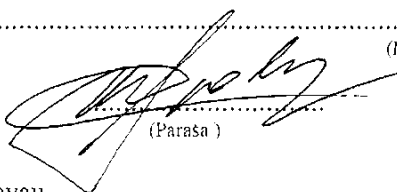
Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2009 m. birželio 01 d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

Įnagrinėti sausųjų statybiniai mišinių
gyvenamose. Įnagrinėti modifikuojamus mišniams
paprastoms ir specialioms pastatams. Išsiaiškinti
sąryšius tarp mišinių sudėties, gamybos technologijos
ir statybos medžiagų savybių. Įvertinti statybiniai mišinių
efektyvumą atskirų mišinių rangybai.
Atlikti modifikuojamų mišniams gamybos technologijos
ir mišniams: slankiusis reguliavimą. Išsiaiškinti
mišniams rangybai ir defektų kilmę.
Atlikti teorinės dalies ir eksperimentinės
darbo išvados.

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai:

.....
.....

Vadovas  (Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)
(Paraša) Techn. m. dr. doc. Algirdas Naugaitis
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

Užduotį gavau

.....
(Parašas)
.....
(Vardas, pavardė)
.....
(Data)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Statybos fakultetas

Statybinių medžiagų katedra

ISBN

ISSN

Egz. sk.

Data-....-....

Statybos medžiagos ir dirbiniai studijų programos baigiamasis magistro darbas

Modifikuoti sausieji statybiniai mišiniai

Autorius **Tomas Puras**

Vadovas doc. dr. **A. P. Naujokaitis**

Kalba

☒ lietuvių

☐ užsienio

Anotacija

Šiuolaikinėje statybos technologijoje sausi mišiniai praktiškai naudojami visais montavimo ir apdailos darbų atvejais. Sparčiai vystantis gamybos technologijai, sausųjų mišinių sudėtys tapo sudėtingos, daugiakomponentės. Norint mišiniams suteikti pageidaujamų savybių, naudojamos labai įvairios medžiagos bei kompleksiniai modifikatoriai-įmaišos, suteikiančios sausiesiems mišiniams labai specifinių savybių.

Darbo tikslas – apžvelgti ir išnagrinėti sausųjų statybinių mišinių įvairovę bei jų pagrindines savybes įtakančias modifikatorius-įmaišas.

Darbe nagrinėjama sausųjų statybinių mišinių įvairovė ir panaudojimas statyboje, aprašomos naudojamos medžiagos sausųjų statybinių mišinių technologijoje. Supažindinama su pagrindinėmis įmaišų grupėmis ir jų įtaka pagrindinėms mišinių savybėms.

Išnagrinėjus teorinius ir praktinius statybinių mišinių panaudojimo statybose bei pagrindinių įmaišų panaudojimo jų technologijoje aspektus, pateikiamos baigiamojo darbo išvados.

Darbą sudaro 5 dalys: įvadas, terminai ir apibrėžimai, sausieji statybiniai mišiniai, medžiagos naudojamos sausųjų statybinių mišinių technologijoje, sausuosius statybinius mišinius modifikuojantys priedai-įmaišos, modifikuotų įmaišomis skiedinių tyrimai, išvados, literatūros sąrašas.

Darbo apimtis – 90 p. teksto be priedų, 20 iliustr., 19 lent., 51 bibliografiniai šaltiniai.

Atskirai pridedami darbo priedai.

Prasminiai žodžiai: sausieji mišiniai, modifikuoti sausieji mišiniai, įmaišos, slankieji mišiniai, savaime išsilygnantys mišiniai.

Vilnius Gediminas Technical University
Faculty of Civil Engineering
Department of Building Materials

ISBN ISSN
Copies No.
Date-....-....

Construction Materials and Products study programme master thesis.

Title: **Modified dry constructional composites**

Author **Tomas Puras**

Academic supervisor **doctor A. P. Naujokaitis**

Thesis language

☐

Lithuanian

☒

Foreign (English)

Annotation

In modern building technologies practically mostly dry composites are used for installation and decoration actions. Because of the quick development of technologies, the consist of dry composites to become more complex, multicomponed. In order to give desirable characteristics, are using various materials and integrated modified–admixtures and this endow very specific characteristics for dry composites.

The main purpose – to overlook and scrutinize variety of dry constructional mixtures and modifier-admixtures which has impact for their main characteristics.

The thesis scrutinizes the variety of dry constructional mixtures and utilization in construction, describes materials using in technology of dry constructional mixtures. Makes presentation with the main groups of admixtures and their influence for the basic characteristics of mixtures.

After the scrutinized aspects of theoretical and practical usage of building mixtures in construction and the main admixtures using in their technology, the conclusions of the thesis were made.

Structure: introduction, terms and definitions, dry constructional mixtures, materials using in technology of dry constructional mixtures, affixs-admixtures modifying dry constructional mixtures, analysis of grout modified by admixtures, conclusions, references.

Thesis consist of: 90 p. text without appendixes, 20 pictures, 19 tables, 51 bibliographical entries.

Appendixes included.

Keywords: dry mixtures, modified dry mixtures, admixtures, sliding mixtures, self-equilibrate mixtures

TURINYS

Terminai ir apibrėžimai.....	10
IVADAS	12
I. TYRIMO OBJEKTAS	13
1. Sausieji statybiniai mišiniai	13
1.1. Sausųjų statybinių mišinių samprata	13
1.2. Sausųjų statybinių mišinių klasifikacija	15
2. Modifikatoriai–įmaišos	18
II. LITERATŪROS ANALIZĖ	21
3. Medžiagos naudojamos sausųjų statybinių mišinių technologijoje	21
3.1. Mineralinės rišančiosios medžiagos	21
3.2. Rišančiosios medžiagos	24
3.3. Užpildai	29
3.4. Aktyvieji užpildai	32
3.5. Pigmentai	36
4. Modifikatorių – įmaišų grupės ir jų poveikis statybinių mišinių savybėms	38
4.1. Vandeni sulaikančios įmaišos	38
4.2. Skystikliai/plastikliai	47
4.3. Superskystikliai/superplastikliai	48
4.4. Redisperguojančios įmaišos	52
4.5. Rišimosi ir kietėjimo greitikliai	61
4.6. Rišimosi lėtikliai	63
4.7. Orą įtraukiančios įmaišos	64
4.8. Vandens įgėrį mažinančios įmaišos	65
4.9. Tirštinančios, stabilizuojančios įmaišos	66
4.10. Armuojančios įmaišos	69
4.11. Putų gėsinimo įmaišos	72
4.12. Konservantai	73
4.13 Neorganiniai priedai (įmaišos–microsilika)	74
III. TYRIMŲ METODIKA IR TYRIMAMS NAUDOTŲ ŽALIAVŲ CHARAKTERISTIKA	75
IV. EKSPERIMENTINIŲ TYRIMŲ REZULTATAI	81
6. Slankiųjų mišinių tyrimų rezultatai	81

7. Savaimė išsilyginančių mišinių tyrimų rezultatai	83
IŠVADOS	86
LITERATŪRA	87
PRIEDAI	91
1 priedas. Susitraukimo ir išsiplėtimo deformacijų matuoklis – komporatorius	
2 priedas. Susitraukimo ir išsiplėtimo deformacijų matuoklis – komporatorius	
3 priedas. Sukibimo su pagrindu stiprio nustatymo mechanizmas	
4 priedas. Sukibimo su pagrindu stiprio nustatymo mechanizmas	
5 priedas. Mecellose naudojimo sritys	
6 priedas. Mineralinių pigmentų fizikinės ir cheminės savybės	
7 priedas. Redisperguojančių Dairen įmaišų fizikinės savybės	
8 priedas. Redisperguojančių Dairen įmaišų fizikinės savybės	
9 priedas. Redisperguojančių Dairen įmaišų panaudojimas mišiniuose.	
Redisperguojančių Neolith įmaišų panaudojimas mišiniuose	
10 priedas. Mowilith įmaišų cheminės, fizikinės savybės bei efektyvus panaudojimas	
Publikuotas mokslinis straipsnis „Modifikatorių – įmaišų panaudojimas sausųjų mišinių technologijoje“	

Lentelių sąrašas

- 2.1 lentelė. Skiedinių mišinių žymėjimas
- 3.1 lentelė. Mūro cemento atmainos, stipris gniuždant ir cheminiai reikalavimai
- 3.2 lentelė. Baltojo portlandcemenčio klinkerio minerologinė sudėtis
- 3.3 lentelė. Statybinių orinių kalkių tipai ir cheminė sudėtis
- 3.4 lentelė. Anhidritinės rišančiosios medžiagos stipris gniuždant
- 3.5 lentelė. Didžiausieji leistini smulkelių kiekiai skiedinio užpilduose
- 3.6 lentelė. Išpūsto perlito smėlio fizikinės – mechaninės savybės
- 4.1 lentelė. Metilceliuliozės įmaišos įtaka cementinių mišinių savybėms
- 4.2 lentelė. Redisperguojančių įmaišų, pagamintų įvairiose firmose, markių ir savybių palyginamas.
- 4.3 lentelė. Pagrindinės plaušelių savybės
- 4.4 lentelė. Ricem įmaišų pagrindinės savybės
- 5.1 lentelė. Mišinių sudėtys
- 5.2 lentelė. CEM I portlandcemenčio savybės
- 5.3 lentelė. Gorkal gaminamų aluminatinių cementų savybės
- 5.4 lentelė. Išsiskirianti šiluma skirtingų cementų hidratacijos procese
- 5.5 lentelė. Įmaišos DENKA CSA cheminė sudėtis (%)
- 5.6 lentelė. Įmaišos DENKA SC1 cheminė sudėtis (%)
- 6.1 lentelė. Slankiųjų mišinių sukibimo su pagrindu stipris po 28 parų kietėjimo

Paveikslų sąrašas

- 3.1 pav. Pigmentų kiekio įtaka mišinio dažomajai gebai
- 4.1 pav. Vandens sulaikymas įdėjus į sudėtinį mišinį Walocel įmaišą
- 4.2 pav. Vandens sulaikymo trukmės priklausomybė po mišinio paruošimo
- 4.3 pav. Vandens sulaikymo priklausomybė nuo mišinio temperatūros
- 4.4 pav. Celiuliozės įmaišos molekulinės masės įtaka mišinio vandens sulaikymui
- 4.5 pav. Mecellose įmaišos tirpimo greičio ir klampumo priklausomybė nuo pH rodiklio
- 4.6 pav. Oro burbulėlių įsiurbimas maišant mišinį pastoviu greičiu mikseriniame maišytuve
- 4.7 pav. Vandens ir kietosios fazės įtaka stiprumui, kai mišinys paruoštas su MELMENT įmaišomis

- 4.8 pav. Įmaišos MELMENT F 17G kiekio įtaka vandens sulaikymui mišinyje.
- 4.9 pav. Redisperguojančiųjų įmaišų Dairen efektyvus panaudojimas
- 4.10 pav. Modifikuotų sausųjų mišinių Dairen DA 1200 redisperguojančios įmaišos kiekio įtaka adgeziniam stipriui
- 4.11 pav. Modifikuotų mišinių Dairen DA 1200 redisperguojančios įmaišos kiekio įtaka stipriui gniuždant
- 4.12 pav. Modifikuotų mišinių Dairen DA 1200 redisperguojančios įmaišos kiekio įtaka stipriui lenkiant
- 4.13 pav. Modifikuotų mišinių Dairen DA 1200 redisperguojančios įmaišos kiekio įtaka atplėšimui nuo pagrindo stipriui
- 4.14 pav. Cementinių mišinių susitraukimo sumažinimo deformacijų priklausomybė nuo Hibidan įmaišos
- 4.15 pav. Sintetinių plaušelių įtaka kompozito stiprumui
- 6.1 pav. Slankiųjų mišinių stiprio gniuždant priklausomybės: A – su įmaiša Denka CSA20, B – be įmaišos
- 6.2 pav. Slankiųjų mišinių plėtimosi ir traukimosi deformacijos: A – su įmaiša Denka CSA20, B – be įmaišos
- 7.1 pav. Savaimė išsilyginančių mišinių stiprio gniuždant priklausomybės: A – su įmaišomis Denka CSA20 ir SC1, B – su įmaiša Denka SC1, C – be įmaišų
- 7.2 pav. Savaimė išsilyginančių mišinių traukimosi deformacijos: A – su įmaišomis Denka CSA20 ir SC1, B – su įmaiša Denka SC1, C – be įmaišų

Terminai ir apibrėžimai

Pagrindiniai terminai išdėstyti LST EN standartuose: „Statybinis skiedinys“, „Skiedinio užpildai“, „Išorės ir vidaus tinko skiedinys“, „Mūro skiedinys“, „Betonas“, „Neorganinės rišamosios medžiagos“. Terminai ir apibrėžimai“.

Standartuose vartojami tokie terminai ir apibrėžimai:

Statybinis skiedinys – sukietėjęs rišamosios medžiagos tešlos, smulkių tinkamos granuliometrijos užpildų ir priedų (įmaišų) mišinys.

Sausas skiedinio mišinys – rišamosios medžiagos, sausų užpildų ir sausų priedų (įmaišų) mišinys.

Skiedinio mišinys – rišamosios medžiagos tešlos, smulkių tinkamos granuliometrijos užpildų, vandens ir priedų (įmaišų) mišinys.

Tinko skiedinys – vienos ar keleto rišamųjų medžiagų, užpildų, vandens ir įmaišų (modifikuojančiųjų) mišinys, naudojamas išorės bei vidaus tinkavimui,

Šviežias tinko skiedinys – sumaišytas ir paruoštas naudojimui skiedinys.

Mūro skiedinys (G) – vienos arba keleto rišamųjų medžiagų, užpildų, vandens ir įmaišų mišinys.

Bendros paskirties tinko mišinys (skiedinys) (GP) – tinko mišinys (skiedinys) be specialiųjų charakteristikų. Jis gali būti receptinis arba projektinis.

Receptinis tinko/mūro mišinys/skiedinys – iš anksto numatytais santykiais pagamintas mišinys/skiedinys, kurio savybės nustatytos pagal sudedamųjų komponentų santykį (receptinė samprata).

Vienasluoksnis išorės tinko mišinys/skiedinys (OC) – projektinis išorės tinko mišinys/skiedinys, klojamas vienu sluoksniu, kuris atlieka visas daugiasluoksnio tinko sistemos funkcijas, naudojamas išorėje ir kuris gali būti specialios spalvos. Vienasluoksniai išorės tinko skiediniai gali būti gaminami naudojant įprastinius ir/arba lengvuosius užpildus.

Plonasluoksnis mūro mišinys/skiedinys (T) – projektinis mūro mišinys/skiedinys su užpildais, kurių dalelių dydis ne didesnis už nurodytą vertę.

Lengvasis tinko (LW) arba mūro (L) mišinys/skiedinys – projektinis tinko/mūro mišinys/skiedinys, kurio sausos būklės tankis po sukietėjimo yra mažesnis už nurodytą vertę.

Termoizoliacinis tinko skiedinys – projektinis tinko specialių šiluminių savybių skiedinys.

Tinko sluoksnis – sluoksnis klojamas viena arba keliomis operacijomis arba tinkavimo veiksmams tuo pačiu mišiniu, neleidžiant jam susirišti iki kito sluoksnio klojimo (t. y. šviežias ant šviežio).

Tinko sistema – keli pagrindui pritaikyti tinko sluoksniai, kurie gali būti naudojami sujungimui su galimu sutvirtinimu ir armavimu arba pradinio apdorojimo sluoksniu.

Specialūs mišiniai/skiediniai – tikslinės paskirties sausieji mišiniai/skiediniai, kurie naudojami kaip hidroizoliaciniai, šilumos ir garso izoliavimui, karščiui ir ugniai atsparūs, dalinai sulaikantys rentgeno spindulius, greitai kietėjantys remontiniai ir kiti. Gaminami iš mineralinių rišamųjų medžiagų, specialios paskirties užpildų, įmaišų ir priedų.

Neorganinės rišamosios medžiagos – mineraliniai milteliai, kuriuos užmaišius vandeniu, gaunama plastiška, savaime kietėjanti tešla, ilgainiui virstanti kietu dirbtiniu akmeniu.

Tešla – mineralinės rišamosios medžiagos miltelių ir vandens klampus mišinys, išgaunantis plastiškos, slankios, rišlios tešlos pavidalą.

Priedai (įmaišos) – sausos medžiagos, kurios naudojamos gaminamo sauso mišinio savybėms reguliuoti, modifikuoti ir pagerinti.

Klijai – specialios paskirties mišiniai, kurie pagaminti iš rišamosios medžiagos, smulkaus geros granuliometrinės sudėties užpildų, vandenį sulaikančių ir kitų modifikuojančių įmaišų, gerai sukimba su klijuojamais pagrindais, o sukietėję pakankamai stiprūs.

Glaistai – specialūs mišiniai sienų ir grindų plytelių tarpams užpildyti, sienų ir lubų padengimui–išlyginimui prieš dažymą, tapetų klijavimą viduje arba išorėje arba pastoviai drėgnose patalpose.

Gruntavimo mišiniai – įvairių cementinių skiedinių sukibimui su pagrindu pagerinimui, paviršių sutvirtinimui, lipnumo padidinimui su vandens neįgeriančiais stiklo, tankaus betono, metalo ar kai kuriais plastmasiniais paviršiais.

Savaime išsilyginantys mišiniai grindims – skirti grindų išlyginimui ir nuolydžių formavimui ant medinių, mineralinių pagrindų, vidaus ir išorės darbams, taip pat drėgnose patalpose, gaminami iš greito kietėjimo rišamųjų medžiagų, smulkiųjų mineralinių užpildų, įmaišų ir priedų.

IVADAS

Tradicinė skiedinių sudėtis yra cementas, kalkės, smėlis ir vanduo. Tokie mišiniai turi ribotas savybes, o jų gamyba yra mažo tikslumo, pagaminti skiediniai turi siaurą naudojimo sritį. Nuo komponentų kiekių atsvėrimo tikslumo priklauso ir galutinio produkto kokybė. Gaminant įprastus šlapiuosius skiedinius nėra tikslios svėrimo bei maišymo įrangos, kuri gali būti įrengta tik restauruotose gamyklose, o ne statybos aikštelėje. Todėl statybos aikštelėje sunku tiksliai atsverti ir pagaminti norimų savybių šlapiuosius skiedinius. Dėl šių priežasčių daugiau prioritetų turi sausų mišinių gamyba ir žymiai įvairesnė jų nomenklatūra. Sausus mišinius į statybos aikštelę galima atsivežti naudojimui neribotais kiekiais. Neparuošti mišiniai gali išlaikyti savo savybes ilgą laiką, neprarasdami savo pagrindinių savybių. Šiuo metu, esant labai didelei konkurencijai, tai labai svarbus veiksnys.

Sausų mišinių panaudojimas yra gana paprastas. Prieš naudojimą sausus mišinių miltelius reikia užpilti atitinkamu kiekiu vandens ir gerai išmaišyti skiedinio masę.

Vakarų Europos šalyse, sausieji mišiniai yra naudojami jau seniai ir plačiai, o šalyje sausų mišinių gamybos projektavimas buvo pradėtas dar 1985 metais, tačiau dėl įvairių priežasčių tokia gamyba nebuvo vystoma. Tik 1995 metais buvo pradėta kiek platesnė tokios produkcijos gamyba Varėnos rajone bei Kaune. Pastaruoju metu jau veikia stambi sausųjų statybinių mišinių gamyba pagal EN šalių reikalavimus UAB „Sakret Lietuva“ Kėdainiuose, UAB „Stimeksa“ Vilniuje, UAB „Silbeta“ Kaune, UAB „Matuizų dujų silikatas“ Varėnos rajone taip pat rekonstruota gamykla UAB „Maxit“ Kauno rajone.

Sparčiai vystantis gamybos technologijai, sausųjų mišinių sudėtys tapo sudėtingos, daugiakomponentės. Norint mišiniams suteikti pageidaujamų savybių, naudojamos labai įvairios medžiagos bei kompleksiniai modifikatoriai–įmaišos, suteikiančios sausiesiems mišiniams labai specifinių savybių.

Darbo tikslas – apžvelgti ir išnagrinėti sausųjų statybinių mišinių įvairovę bei jų pagrindines savybes įtakojančias modifikatorius–įmaišas.

Darbo uždaviniai:

1. Išnagrinėti sausųjų statybinių mišinių įvairovę ir jų panaudojimą statyboje.
2. Aprašyti naudojamas medžiagas sausųjų statybinių mišinių technologijoje.
3. Supažindinti su pagrindinėmis įmaišų grupėmis bei jų panaudojimu.
4. Išanalizuoti modifikatorių–įmaišų įtaką pagrindinėms sausųjų statybinių mišinių pagrindinėms savybėms.
5. Ištirti modifikuotu įmaišomis skiedinius.

I. TYRIMO OBJEKTAS

1. Sausieji statybiniai mišiniai

1.1. Sausųjų statybinių mišinių samprata

Apdailos darbai statybos objektuose sudaro apie 34–40 % bendrųjų darbo sąnaudų, todėl šių darbų spartinimas naudojant naujas statybines medžiagas ypač svarbus, spartinant darbų atlikimą, gerinant jų kokybę. Statybos mokslo, gamybos ir statybos darbuotojų pastangos supaprastinti ir pagerinti apdailos darbų kokybę bei sumažinti darbų sąnaudas yra kasdienis rūpestis.

Sausieji mišiniai šalyje pradėti naudoti gana neseniai, nors statybininkų ir gamintojų jie yra vertinami labai gerai dėl daugelio teigiamų savybių. Sausieji mišiniai turi pakankamai daug gerų savybių todėl jie dažniausiai pakeičia šlapiuosius mišinius. Šiandien sunku suvokti kokybiškus apdailos darbus nenaudojant paprastųjų ir modifikuotųjų sausųjų mišinių statybos objekte.

Naudojant mūro ir tinko skiedinius dideliais kiekiais buvo pastatyta daug šlapiųjų mišinių cechų. Tuo metu tokių skiedinių kokybė buvo patenkinama. Pastaruoju metu jau veikia naujausių, tobulų technologijų cechai, gaminantys plačią gama įprastinių ir specialiųjų modifikuotųjų sausųjų mišinių.

Ankščiau buvo klaidingai manoma, jog paprastų sudėčių, skiedinių pakeitimas tokios pat sudėties sausais mišiniais, reikalauja papildomos operacijos, t. y. sauso mišinio sumaišymas su vandeniu, kurio kiekis neribojamas. Dabar suprantama, kad nuo panaudoto vandens kiekio priklauso ir sukietėjusio skiedinio savybė – stiprumas. Statybininkams patogiu, kai į statybos aikštelę dideliais kiekiais atvežamas jau pilnai paruoštas skiedinio mišinys. Kuris tuoj pat sunaudojamas, nepilnai laikantis projektinių reikalavimų, vandens kiekio dozavimas buvo nekontroliuojamas. Be to, kai transporto išlaidos nėra didelės, tai ir vandenį vežioti iki 30 kilometrų buvo racionalu. Tačiau pastaruoju metu pasikeitė statybos procesų technologijos ir vienos rūšies skiedinių didelių kiekių ribotam naudojimui nereikia, todėl daugelis statybos operacijų jau atliekamos mechanizuotai, naudojant įvairios paskirties mišinius [19].

Šiuo metu šalyje jau naudojami sausi mišiniai, tačiau dar nepakankamai, o didžioji jų dalis atvežama iš vakarų Europos šalių. Importuojant šias medžiagas iš užsienio, labai didinama statybos savikaina, mažėja šių medžiagų paklausa, o tuo pačiu mažėja statybos apimtys.

Lietuvoje, reikia pigesnių statybinių medžiagų, gaminamų vietinėse įmonėse. Pradėta sausų modifikuotų statybinių mišinių gamyba, nuolat plečiama, įvairinant jų nomenklatūrą bei gaminat kokybiškus produktus.

Kad gaminys būtų paklausus rinkoje jis turi būti kokybiškas, bet ir pakankamai pigus. Tai galima pasiekti tikrai gaminant dideliais kiekiais specialiose gamyklose įvairios paskirties produktus.

Modifikuoti sausieji mišiniai yra sudaryti iš rišamosios medžiagos yra portlandcemenčio, aliuminatinio cemento, kalcitinių kalkių, gipso, polimerinių rišiklių ir cheminių modifikuojančių įmaišų. Į statybos objektus jie tiekiami sausi popieriniuose maišuose arba specialiuose konteneriuose.

Tokiu būdu, lyginant su tradiciniais šlapiaisiais skiediniais, modifikuotieji sausieji mišiniai turi privalumus [19]:

- Iš esmės pagerėja statybos darbų kokybė dėl sudėčių stabilumo ir vienalytės struktūros (gerai išsimaišo), nes lengvas mišinių paruošimas statybos aikštelėje;
- Priklausomai nuo darbų apimčių ir darbų mechanizavimo lygio padidėja 1,5–3 kartus darbų našumas;
- Garantuojama mišinių kokybė ir stiprumas;
- Medžiagų sąnaudos 3–4 kartus sumažėja;
- Paruoštų mišinių tiksli sudėtis ir konsistencija;
- Supaprastėja mišinių tiekimo ir sandėliavimo procesai, apsaugojama aplinka nuo teršimo;
- Galima pervežti dideliais kiekiais neribotais atstumais ir aplinkos sąlygomis, neturi įtakos neigiamos temperatūros;
- Statybos objektuose galima laikyti iki pusės metų, naudojant nedideliais kiekiais.
- Neužteršiami mišiniai biologinėmis medžiagomis.

Sausųjų mišinių masės vieneto kaina yra aukštesnė, tačiau padidėjus procesų darbo našumui, mažesnei medžiagų sąnaudai, geresnei darbų kokybei, padidintam ilgaamžiškumui, tuomet darbų kaina tampa žemesnė nei tradicinių skiedinių. Eksploatacinės savybės ir dirbinių ilgaamžiškumas yra ekonominio efektyvumo vertinimo kriterijai. Be to, atlikus darbų procesus su modifikuotais sausaisiais mišiniais dėl jų geros kokybės gaunami lygūs paviršiai, kuriuose nereikia lyginti glaistymu ir šlifavimu, o galima paviršius dažyti. Esant plačiai sausųjų mišinių nomenklatūrai galima parinkti konkretiems darbams reikiamą produktą, tai sumažėja darbų vykdymo kaina [18].

Bet kokių atveju, statybiniai mišiniai ir skiediniai tampa šiuolaikine statybine medžiaga. Norint, kad šalyje statybiniai mišiniai ir skiediniai būtų ir kokybiška, ir ekonomiškai medžiaga, jų gamybai reikia naudoti vietines žaliavas bei medžiagas.

Pagrindinė sausųjų mišinių sudedamoji dalis yra smulkus grūdinis kvarcinis smėlis. Tokio smėlio šalyje yra tik Anykščių ir Varėnos rajonuose. Jų pagrindą sudaro ypač statybiniam mišiniam tinkamas švarus aštriabriaunis, įvairagrūdis, iki 92–98 procentus kvarco turintis kvarcinis smėlis. Užpildas (šiuo atveju smėlis) sudaro daugiau nei du trečdalius visos sausos mišinio masės. Tai ir yra pagrindinė sausųjų mišinių žaliava. Nuo jos kokybės labai priklauso galutinio gaminio savybės: spūdimas, tankis, atsparumas atmosferos veiksniams ir šalčiui, stiprumas. Iš esmės nekintama mišinio dalis yra smėlis, tačiau jis nėra vien inertiška jungiamoji dalis. Jis sąveikauja fiziškai ir chemiškai su rišamąja medžiaga, nekeičia būsenos veikiant aplinkos veiksniams (drėgmei, šalčiui, karščiui), padeda susidaryti rišamosios medžiagos junginiams. Kintant smėlio kaip pagrindinio elemento savybėms, kinta ir sukiestėjusio skiedinio savybės. Šalyje telkinių smėlis yra geros granulometrinės sudėties, aštriabriaunis, gerai sukimba su rišamąja medžiaga, mažina jos sąnaudas, turi įtakos galutinio gaminio kokybei ir techninėms charakteristikoms. Penkių šešių frakcijų grūdėliai sudaro mažiausio tuštumų sudarančių užpildų mišinius. Tokių frakcijų smėlio gamtoje yra nedaug, kad būtų gaunami optimalaus grūdėtumo, mažiausio byrėjimo kampo ir mažiausios vidinės trinties smėlio mišiniai [19]. o šį smėlį pakeisti tinkamo grūdėtumo dirbtiniais mišiniais iš drėgno rūšiuoto ir sijoto smėlio techniškai beveik neįmanoma .

Gamintojų tikslas yra pagaminti standartinių fizikinių ir mechaninių savybių: pakankamai plastiškus ir slankius darbo metu, mažai besideformuojančius eksploatacijos metu, stiprius, pakankamai atsparius aplinkos veiksniams ir šalčiui [5].

Gaminamos produkcijos kokybė privalo būti tikrinama gamybinėse laboratorijose. Tai leidžia užtikrinti mišinių kokybės stabilumą.

1.2. Sausųjų statybinių mišinių klasifikacija

Sausieji mišiniai skirstomi pagal tris pagrindinius požymius [7]:

- rišančiąją medžiagą;
- užpildo smulkumą;
- paskirtį.

Pagal rišančiąją medžiagą skirstomi:

- cementinius;
- cemento–kalkių;
- gipsinius;
- anhidritinius;
- kalkių–gipso;
- polimeriniai;

Pagal užpildo stambumą (dispersiškumą):

- stambiagrūdžiai, kai užpildo grūdelių stambumas iki 2 mm;
- smulkiagrūdžiai, kai užpildų stambumas iki 0,25 mm.

Pagal paskirtį [7]:

- **tinko** – vidaus ir išorės sienų ir lubų tinkavimui, paviršių išlyginimui ant plytinių, blokelių, betoninių paviršių, termoizoliacinių plokščių paviršiaus išlyginimui, sutvirtinimui ir apsaugai, fasado, cokolio, drėkstančių rūšio sienų ir kitų ypač drėgnų paviršių išlyginimui ir apdailai, remontuojamų betoninių paviršių sanavimui;

- **spalvoti dekoratyviniai** – skirti vidaus ir išorės sienoms dekoratyvinį spalvotą reljefą.

- **hidroizoliaciniai** – monolitinių porėtų betoninių ir kitų mineralinių pagrindų sandarinimui nuo drėgmės ar vandens, naudojamų rūšio sienų bei grindų, rezervuarų, baseinų hidroizoliavimui;

- **mūro** – vidaus ir išorės sienų iš plytų, blokų ir akytojo betono blokelių mūrijimui, šiluminių įtarpų tvirtinimui;

- **montavimo** – stambių denginio ir perdengimų plokščių, pamatų blokų montavimui;

- **klijai** – apdailos plytelių, akmenų masės plytelių, akytojo betono blokelių, šiluminės izoliacijos plokščių klijavimui, armuojančio tinkelio prie atitvarų tvirtinimui;

- **glaistai** – sienų ir grindų plytelių tarpams užpildyti, sienų ir lubų glaistymui prieš dažymą, tapetų klijavimą viduje ir išorėje ir pastoviai drėgnose patalpose;

- **gruntavimo** – įvairių cementinių skiedinių sukibimo pagerinimui, paviršių sutvirtinimui, lipnumo padidinimui su vandens neįgeriančiais stiklo, tankaus betono, metalo ar kaip kuriais plastmasiniais paviršiais;

- **savaime išsilyginantis** – išorės ir vidaus grindims ir nedidelių pagrindo nelygumų baigiamajam išlyginimui ant betono, šildomų grindų ir kitų pagrindų;

- **specialios paskirties** – ugniai, kaitrai ir rūgštims atsparūs, antiradiaciniai.

Atsižvelgiant į mišinių gamybai panaudotas rišamųjų medžiagų kompozicijas standarte nurodytos skiedinių mišinių grupės, kurios nurodomos skiedinių mišinių žymėjime. Šios grupės pateikiamos 1.1 lentelėje [7].

1.1 lentelė. Skiedinių mišinių žymėjimas

Skiedinio grupė	Panaudotos mineralinės rišamosios medžiagos
SI	a Orinių gesintų kalių tešla arba milteliai
	b Orinės ar silpnai hidraulinės negesintos ar dalinai gesintos maltos kalkės
	c Maltos hidraulinės kalkės
	d Kalkės ir organinės rišamosios medžiagos
SII	a Kalkės ir cementas
	b Cementas, kalkės ir kitos rišamosios medžiagos
SIII	a Portlandcementis
	b Cementas (įvairus)
SIV	a Gipsinės rišamosios medžiagos
	b Gipsinės ir kitos rišamosios medžiagos
SV	a Anhidritinės rišamosios medžiagos
	b Anhidritinės ir kitos rišamosios medžiagos

Pagrindiniai skiedinio mišinio kokybės rodikliai priklauso nuo jo paskirties. Gali būti stipris gniuždant, tankis, atsparumas šalčiui ir kiti tam mišiniui būdingi rodikliai, pavyzdžiui: priklijavimo stipris, vandens pralaidumo rodiklis, užpildo maksimalus stambumas, šilumos laidumo koeficientas ir kt.

Skiedinio stiprio gniuždant klasės: M1; M2,5; M5; M10; M15; M20. Dar gali būti ir didesnės klasės, kurios nustatomos kas 5 N/mm² [9].

Atsparumo šalčiui markės: F10; F15; F25; F35; F50; F75 ir F100. Gali būti nustatomos ir aukštesnės negu F100 [LST L 1413.11:2005].

Kontroliuojamais rodikliais gali būti:

- plytelių klijų mišiniui – priklijavimo stipris;
- hidroizoliaciniam – vandens pralaidumo;
- šilumą izoliuojančiam – tankis ir šilumos laidumo koeficientas;
- grindų liejimo mišiniui – stipris gniuždant ir sklidumo rodiklis;
- kaitrai atsparaus – naudojimo temperatūra;
- akustiniam tinkui – garso absorbcijos koeficientas;
- antiradiaciniam tinkui – pusiau susilpninančio gama spindulių intensyvumą ekranuojančio sluoksnio storis;
- plėtriojo – plėtros dydis, mm/m;

- rūgštims atsparaus – skiedinio atsparumo rūgštims rodiklis;

Šie kokybės rodikliai, be anksčiau minėtų, turi atitikti jų normatyvinių dokumentų reikalavimus.

Skiedinių mišiniai žymimi žymeniu, kuris susideda iš mišinio pavadinimo, jo grupės, svarbiausio šio mišinio rodiklio skaitmeninės reikšmės ir užpildo stambumo. Plaušinių užpildų stambumas nenurodomas. Žymenys rašomi ant sausųjų mišinių pakuotės. Žymėjimo pavyzdžiai [7]:

Mūro darbams skirtas sudėtinis kalkių ir portlandcemenčio mišinys, kurio stipris gniuždant 10 MPa, užpildo dalelių stambumas neviršija 2 mm: Mūro skiedinio mišinys SIIa, M10, 0/2 .

Savaime išsilyginantis grindų liejimo mišinys, kuris susideda iš cemento, smėlio ir įmaišų ir kurio sklidumo rodiklis $Sp_{20} = 20\text{cm}$, užpildo grūdelių stambumas neviršija 1 mm.

2. Modifikatoriai – įmaišos

Sausųjų mišinių savybės gerinamos įdedant įvairios paskirties cheminius priedus, bendru pavadinimu – įmaišomis. Jų dėka gaminami plonasluoksniai tinko mišiniai, savaime išsilyginančių grindų dangos, klijavimo mišiniai blokų ir plytelių surišimui ir apdailai, hidroizoliaciniai mišiniai ir kiti išskirtines savybes turintys statybiniai produktai.

Praktikoje naudojami du sausųjų mišinių modifikavimo (gerinimo) būdai [26]:

- įdedant į mišinį celiuliozės eterių;
- įdedant į mišinį polimerinių skirtingos cheminės sudėties ir skirtingų savybių dispersinių įmaišų.

Modifikuojančios įmaišos veikia ir cemento hidrolizę bei hidratacijos procesus bei rišančiųjų medžiagų struktūros susidarymą. Cemento kietėjime, veikiant modifikuojantiems priedams, galima pastebėti šiuos procesus:

- portlandcemenčio rišimosi stadijoje susidaro kalcio hidroksidai ir kalcio hidroksilikatai;
- cemento aktyviųjų dalelių paviršiuje susidarantys junginiai pradedami blokuoti įmaišinių priedų polimerine plėvele, „uždarant“ vandens patekimą į sistemą „cementas – vanduo“;
- intensyviu kalcio hidroaluminatų ir etringito susidarymu, sulėtėjus kalcio hidrosilkatų kiekiui;

- formuojantis stiprėjančios polimerinės matricos atsiradimas intensyvina kalcio silikatinės dalies susidarymą.

Tokiu būdu, modifikuotose sistemose cemento rišimasis sulėtėja, bet formuojantis polimerinei matricai žymiai pagerėja kietėjančios medžiagos kokybė.

Celiuliozės eteriai, priklausomai nuo jų kiekio, gali pagreitinti ir sulėtinti cemento hidratacijos procesą. Esant metilceliuliozės mišinyje iki 0,05 %, jos dalelės yra išsisklaidžiusios tarp cemento grūdelių ir adsorbuojasi jų aktyviojoje dalyje, tuo sulėtėja cemento hidratacijos procesas. Padidinus cemento skiedinyje metilceliuliozės kiekį, ji polimerizuojasi, sudarydama ištisinę plėvelę ir išlaisvindama aktyvius klinkerio grūdelius nuo jos poveikio, tuo pagreitindama cemento hidrataciją, nes lieka daugiau vandens mišinyje.

Modifikuojančios įmaišos leidžia valdyti technologinius procesus, fizikines ir mechanines bei eksploatacines sausųjų mišinių savybes.

Sausųjų mišinių kokybė priklauso nuo jo sudėtinių dalių, todėl parenkamos medžiagos kurios suteiktų mišiniam norimų savybių, naudojant juos įvairiems statybinėms reikmėms, kad iš jų atlikti darbai galėtų patikimai funkcionuoti įvairioje aplinkoje. Daugeliu atvejų tai pasiekama naudojant įmaišinius cheminius priedus, kurie padeda derinti sausųjų mišinių savybes jų paskirčiai.

Įmaišinių priedų grupės apibūdina jų poveikį mišinio savybėms ar cemento kietėjimui tai [19]:

- vandens atskyrimą mažinanti – celiuliozės eteriai;
- skystikliai/plastikliai; superskystikliai/superplastikliai;
- redisperguojantys;
- plėtrieji;
- prieššaltiniai,
- rišimosi greitikliai, kietėjimo greitikliai;
- rišimosi lėtikliai;
- orą įtraukiančios; stabilizuojantys;
- hidrofobizuojantys; vandens įgėrimą mažinantieji;
- tirštikliai, dispergatoriai;
- armuojantys;
- konservuojantys;
- putas gesinantys

Visiems įmaišiniams cheminiams priedams yra keliami bendrieji reikalavimai:

- vienalytiški tiek miltelių tiek skysčio pavidale;
- vienodos spalvos visame kiekyje;
- nurodytas veiksmingosios medžiagos kiekis;
- lyginamojo tankio vertė (D) gali keistis $\pm 0,03$, kai $D > 1,10$; ir $\pm 0,02$, kai $D \leq 1,10$.

Čia D – gamintojo nurodyta vertė;

- sausųjų medžiagų kiekis privalo tenkinti sąlygas: $0,95 T X < 1,05 T$, kai $T \geq 20 \%$ ir $0,9 T \leq X < 1,10 T$, kai $T < 20 \%$. Čia T – gamintojo nurodyta vertė, masės %; X – bandymo rezultatai masės, %;

- poveikis rišimosi trukmei, įdėjus didžiausią rekomenduojamą dozę esant 20°C temperatūrai ne mažesnis kaip 30 min.;

- tikrinama pH vertė, bendras chloro kiekis ir šarmų (Na_2O ekvivalentu) kiekis, kurie neturi būti didesni kaip nurodyta gamintojo vertė.

Įmaišos apibūdinamos galiojančiame standarte (EN 934) specialiais reikalavimais, kuriuos gamintojai ir tiekėjai privalo tenkinti. Pateikiami atskiroms įmaišų grupėms keliami bendrieji reikalavimai.

Pasaulyje gaminama įvairių įmaišinių priedų, skirtų gerinti skiedinio bei sausųjų mišinių savybes. Daugiausia gamina firma Höchst (su dukterinėmis įmonėmis: „Wacker“ ir „Clariant“ gamina apie 100 tūkst. t/metus), Bayer, Samsung Fine chemiklas, Akvalon, BASF, Remei, Wolff Walsrode, SKW Trosberg, Sika, Degussa Construction Polimers; Beitlich, CHT R.; Poraver; (Vokietija); Akzo Nobel, Perstorp (Švedija); Rhodia (Prancūzija); Sika (Šveicarija), Herkules Ink.; Day Chemicals (JAV, gamina apie 11 tūkst. t/m), Elkem Materials (Norvegija); F.A.R. (Italija) ir kt. Tai žinomi prekiniai ženklai: celiuliozės eterių: Mecellose, Wolosel, Methocel, Bermocoll, Tyloose, Kulminal; redisperguojančių miltelių: Dairen, Vinnapas, Mowilith, Acronal, SWF, Neolith, Sokrat, Elotex NSC, Vinavil, DLP, Rhoximat–Pa; labai efektyvių plastiklių – Meliflux, Peramin; klampumo stabilizatorių – Starvis, susitraukimą mažinančių – Metolat, Denka CSA, Hibidan P ir kt. Wacker firmoje dirba apie 14,4 milijonų darbuotojų, metinės firmos pajamos viršija 3 milijardus eurų. Tai pagrindiniai priedų gamintojai, kuriuos naudoja šalies medžiagų gamyklose. Plačiausiai naudojamų dispersijų, celiuliozių ir priedų, savybes ir naudojimo efektyvumą teiksime paskirtiniuose aprašymuose. Pastaruoju metu yra gaminama pakankamai daug įvairių įmaišų konkreitiems statybinių mišinių variantams: sausiesiems mišiniams, akytiesiems betonams, keramikos dirbiniams.

Visi šie priedai – įmaišos pastaruoju metu plačiai naudojami statybinių įvairios paskirties mišinių gamyboje. Jie suteikia iš tokių mišinių pagamintiems dirbiniams ir

konstrukcijoms naujų savybių, iš esmės gerina technologinius procesus ir dirbinių ilgaamžiškumą.

II. LITERATŪROS ANALIZĖ

3. Medžiagos naudojamos sausųjų statybinių mišinių technologijoje

3.1. Mineralinės rišančiosios medžiagos

Sausųjų mišinių pasiūla reikalauja, kad pagamintų šalyje mišinių kokybė tenkintų standartų reikalavimus ir būtų pastovi.

Sausų statybinių mišinių gamybos technologija ir jų kokybė tiesiogiai priklauso nuo žaliavų fizikinių ir cheminių charakteristikų. Nukrypimai nuo šių savybių neigiamai atsiliepią pagaminto produkto kokybei, todėl žaliavų tinkamas parinkimas svarbus nepriekaištingai kokybei gauti. Pagrindinės žaliavos: portlandcementis, specialieji cementai, statybinės kalkės, smėlis, gipsinės rišančiosios medžiagos, įmaišos, pigmentai ir užpildai [18].

Modifikuoti sausieji mišiniai yra polidispersinė kompozitinė medžiaga. Fizikiniai ir cheminiai procesai tokiose sistemose sąlygojami tarpusavio veiksnių: *mineralinė rišančioji medžiaga – polimerinis priedas – užpildai – modifikuojančios įmaišos – vanduo* [18].

Rišančiosios medžiagos privalo tenkinti joms keliamus pagrindinius standartų ir kaip kuriuos specifinius reikalavimus. Pavyzdžiui daugumai sausųjų medžiagų tinkamiausias yra CEM I cementas, nes didesnio stiprumo, greičiau rišasi ir kietėja, dispersiškesnis, tačiau naudotini ir kiti portlandcemenčiai, įvertinant sausųjų mišinių naudojimo sąlygas. Hidratinių kalkių drėgnis privalo būti iki 2 %. Kiti specifiniai reikalavimai rišančiosioms medžiagoms tiekiami gamybos reglamentuose.

Portlandcementis yra pagrindinė klasikinė hidraulinė rišamoji medžiaga. Sausiesiems mišiniams tinkamiausias gryniausias portlandcementis (CEM I), nes kituose portlandcemenčiuose yra daug pucolaninių priedų (granuliuoto šlako, mikrodulkių, pelenų, skalūno, klinties arba priedų mišinių). Portlandcementis (CEM I) yra medžiaga, gaunama smulkiai sumalus portlandcemenčio klinkerį su gipso ($SO_3 \leq 4\%$) priedu [1].

Mūro cementas (EN 413) gaunamas kartu sumalus portlandcemento klinkerį (25–40 %) ir granuliuotą aukštakrosnių šlaką, pridedant iki 5 % gipso. Gaminamas keturių klasių: MC 5; MC 12,5; MC 12,5X; MC 22,5X. Stiprumo klasė nustatoma pagal EN 196-1 standartą pateikiamos 3.1 lentelėje [21, 19].

3.1 lentelė. Mūro cemento atmainos, stipris gniuždant ir cheminiai reikalavimai

Cemento atmainos, žymuo	Stipris gniuždant, MPa		Sulfatų kiekis (SO ₃), %	Cloridų kiekis, (Cl), %
	7 paros	28 paros		
MC 5	–	≥5 – ≤15	≤2	≤0,10
MC 12,	≥7	≥12 – ≤32,5	≤2	≤0,10
MC 12,5X	≥7	≥12 – ≤32,5	≤3	≤0,10
MC 22,5X	≥10	≥22,5 – ≤42,5	≤3	≤0,10

Mūro cementai naudojami mūro skiediniams ir sausiems mišiniams. Jie lėčiau kietėja ir yra žemesnių klasių, tačiau pigesni už kitus cementus.

Baltasis portlandcementis – baltojo ir spalvotųjų portlandcemenčių gamybai naudojamos švarios klintys ir kreida bei kaolinas. Pagrindiniam (M_0) moduliui padidinti grynai kvarciniai smėliai. Ribojami žaliavose geležies oksido, mangano ir chromų oksidų ir kitų dažančiųjų oksidų kiekiai. Gamybos procese baltojo portlandcemenčio klinkeris dar turi žalsvoką atspalvį, todėl balinamas. Išbalintas klinkeris malamas su gipsu [14].

Gaminant spalvotuosius cementus malimo metu pradedama dažančiųjų pigmentų: geležies oksidų (geltonos, raudonos, juodos spalvos), mangano dioksido (juodos, rudos spalvų), chromo oksidų (žalios spalvos), kobalto oksido (mėlynos).

Baltasis ir spalvotieji portlandcemenčiai naudojami sausųjų mišinių gamybai, betoniniams apdailos dirbiniais gaminti.

Tamsiai pilką įprastinio portlandcemenčio spalvą lemia geležies oksido, mangano oksido ir kitų dažančiųjų oksidų įmaišos žaliavose.

Baltasis portlandcementis gaunamas iš mažai geležies oksido turinčio klinkerio, kuris skiriasi nuo paprastojo didesniu SiO₂ (23,5–25,5 %) ir Al₂O₃ (5,5–7 %) kiekiu ir, svarbiausia mažu Fe₂O₃ kiekiu (iki 0,4–0,5 %).

3.2 lentelė. Baltojo portlandcemenčio klinkerio minerologinė sudėtis

Baltojo portlandcemenčio klinkerio mineralai					
Fe ₂ O ₃	MnO	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
0,25–0,35 %	0,005–0,015 %	35–50 %	35–45 %	14–17 %	0,9–1,4 %

Svarbiausias baltojo portlandcemenčio rodiklis yra jo baltumo laipsnis (80–90 %). Jis nustatomas lyginant cemento baltumą su etalonu – BaSO₄ plokštelės baltumu. Techniniai

parametrai pastaruoju metu prekiaujamo baltojo cemento: baltumo laipsnis – ne mažiau 84.5%, stipris gniuždant po 28 parų – ne mažiau 52,5 MPa.

Aliuminatinis cementas – tai greitai kietėjanti hidraulinė rišančioji medžiaga. Cheminė sudėtis parenkama taip, kad cemento klinkeryje būtų daugiausia žemo bazingumo kalcio aliuminatai (CA , CA_2) [40]. Šalyje šis cementas negaminamas, todėl įvežamas iš kitų šalių: Lenkijos, Rusijos, Prancūzijos, kuriose skirtingos technologijos ir cheminė sudėtis, bei cemento pavadinimai. *Lenkijoje* gaminami aliumininiai cementai žymimi[19]:

Gorkal 40 ($Al_2O_3 \geq 40\%$);

Gorkal 50 ($Al_2O_3 \geq 50\%$);

Gorkal 70 ($Al_2O_3 \geq 70\%$).

Rusijoje:

aliumininis cementas ($Al_2O_3 \geq 35\%$);

daugiaaliumininis cementas I ($Al_2O_3 \geq 60\%$);

daugiaaliumininis cementas II ($Al_2O_3 \geq 70\%$);

daugiaaliumininis cementas III ($Al_2O_3 \geq 80\%$).

Prancūzų firmos „Lafarge fondu“ gaminami aliumininiai cementai:

Lafarge ($Al_2O_3 \geq 40\%$);

Secar 51 ($Al_2O_3 \geq 50\%$);

Secar 71 ($Al_2O_3 \geq 70\%$);

Secar 80 ($Al_2O_3 \geq 80\%$).

Aliuminatinis cementas buvo užpatentuotas Prancūzijoje, firmoje „Lafarge“ 1908 metais.

Aliuminatinių cementų pavadinimas priklauso nuo Al_2O_3 kiekio juose. Cementas kurio sudėtyje Al_2O_3 yra iki 50 % vadinamas įprastiniu aliumininiu cementu. Kai Al_2O_3 yra 50–70 % cementas vadinamas daugiaaliuminačiu, o kai $Al_2O_3 > 70\%$ – ypač daugiaaliuminačiu.

Rūgštims atsparus cementas yra miltelių pavidalo rišančioji medžiaga, gaunama kartu sumalus kvarcinį smėlį ir natrio heksafluoro silikato mišinį. Tokie milteliai cementu vadinami sąlygiškai, nes jie rišančiųjų savybių neturi. Tokį cementą reikia užmaišyti skystuoju natrio stiklu (silikatinis modulis 2,8–3,1), kuris kaip tik ir yra rišančioji dalis. Natrio heksafluoras silikatas pagreitina skystojo stiklo kietėjimą ir padidina rūgštims atsparaus cemento atsparumą vandeniui ir rūgštims. Sukietėjusio cemento akmenis nerado mineralinės ir organinės rūgštys, išskyrus fosforo rūgštį. Kvarcinis smėlis kietėjančiame mišinyje atlieka rūgštims atsparaus užpildo funkciją [3].

Rūgštims atsparus cementas gaminamas pagal naudojimo sritis: rūgštims atsparioms dangoms ir rūgščiai atspariems skiediniams bei betonams gauti. Šie cementai skiriasi natrio heksafluoro silikato kiekiu, kuris atlieka kietėjimo greitiklio vaidmenį. Kai cementas naudojamas rūgštims atsparioms dangoms, mišinyje būna apie 4 % natrio heksafluoro silikato, o kai cementas naudojamas skiediniams ir betonams gaminti, – 8 %.

Dangoms naudojamo cemento mišinys pradeda rištis ne anksčiau kaip po 40 min., o skiediniams ir betonams gaminti naudojamas cementas privalo rištis ne anksčiau kaip po 20 min. Abu cemento mišiniai baigia rištis ne vėliau kaip po 8 val.

Fosfatiniai cementai – tai rišančiosios medžiagos, kurios kietėja ore sąveikaujant metalų oksidams, hidroksidams bei jų mišinių milteliams ir orto fosforo rūgščiai. Sukietėjęs šio cemento akmuo yra patvarus vandenyje, nes kietėjimo metu susidaro netirpūs fosfatai ir hidrofosfatai, kurie išsikristalinę iš tirpalo suriša į tvirtą akmenį oksido daleles [6].

Daugiausia gaminama cinko, titano, vario, magnio, silikatiniai ir aliuminio fosfatiniai cementai. Visų šių cementų milteliams užmaišyti naudojama tam tikros koncentracijos fosforo rūgštis. Statybinių medžiagų gamybai praktiškai naudojami tik aliuminio fosfatiniai cementai.

Aliuminio fosfatiniai cementai gaminami tirpinant ortofosforo rūgštyje aliuminio oksidus arba hidroksidus. Taip gaunama skysta rišančioji medžiaga. Iš aliuminio fosfatinių cementų ir karščiui atsparių užpildų gaminami ugniai atsparūs sausieji mišiniai, kurie atlaiko ir gali būti naudojami iki 1800 °C temperatūros įrenginiuose

3.2. Rišančiosios medžiagos

Statybinės orinės kalkės – pagrindinis negesintų statybinių kalkių komponentas yra kalcio oksidas CaO . Be jo kalkėse aptinkama magnio oksido MgO , kalcio silikatai ir aliuminatai. Kalkėse gali būti negesių dalelių – smėlio, šlakų gabalėliai, perdegusių dalelių, negesių kalcio ir magnio karbonatų (CaCO_3 ir MgCO_3) liekanų.

Orinės kalkės gaminamos iš klinties, kreidos, dolomitinės klinties ir dolomitų. Išdegtos kalkės skirstomos: gabalines negesintas; negesintos miltelių pavidalo; gesintos miltelinės ir pagesintos tešlos pavidalais. Gabalinės kalkės naudojimui netinkamos, todėl yra sumalamos arba pagesinamos. Kalkės sumalamos iki tokio smulkumo, kad ant sieto Nr. 02 liktų mažiau kaip 1,5 %, o ant sieto Nr. 008 – mažiau kaip 15 % malinio. Miltelių pavidalo gesintos kalkės gaunamos malant gabalines kalkes su ribotu vandens kiekiu (35–75 %), kalkės gesinasi, disperguodamosi į smulkius miltelius. Gesinant kalkes dideliu vandens kiekiu (150–200 %)

gaunama kalkių tešla, apibūdinama rodikliu – kalkių tešlos išeiga, tai kalkių tešlos kiekiu litrais, gautu iš 1 kg kalkių [16].

Skirtingų vietovių kalkakmeniai, kartais ir to paties karjero atskiri kalkakmenio klodai gali turėti labai skirtingas fizikines (struktūrą, kristalų dydį, temperatūrinį pleišėjimą) ir chemines (priemaišų pobūdį ir jų kiekį, aktyvumą) savybes.

Sausųjų statybinių mišinių gamybai naudojamos kalcitinės kalkės, atitinkančios LST EN 459-1:2002 „Statybinės kalkės“, 1 dalis. Apibrėžimai, techniniai reikalavimai ir atitikties kriterijai” standarto reikalavimus. Naudojamos negesintos kalkės, nes besigesindamos išskiria šilumą, greitina procesą, padidina gaminių stiprumą. Kalkėse ribojamas MgO kiekis, kuris negali viršyti 5 %. Magnio oksidas nepageidaujamas dėl to, kad jis pavėluotai gesinasi, be to, dėl hidratacijos didėja jo tūris. Dėl tos pačios priežasties ribojamas (iki 7 %) ir negėsių dalelių kiekis, nes jose yra ne tik perdegusio MgO, bet ir CaO.

Orinės kalkės tai ore arba aukštesnėje temperatūroje kietėjanti rišančioji medžiaga, neturinti hidraulinių savybių ir vandenyje nekietėja.

Pagal cheminę sudėtį kalkės yra kalcitinės ir dolomitinės. Geriausios yra kalcitinės kalkės, nes kietėjant susidaro kristaliniai kalcio hidroksidas, kalcio karbonatas arba įvairaus bazingumo kalcio hidrosilikatai. Orinėms kalkėms svarbi ir gesinimosi trukmė. Būna greitai, vidutiniu greičiu ir lėtai besigesinančios. Statybinės orinės kalkės pagal pagrindinių oksidų kiekį (CaO+MgO), turi atitikti standarto [LST EN 459-1:2002] reikalavimus, kurie pateikiami 3.3 lentelėje. Didėjant MgO kiekiui, kalkių kokybė blogėja.

3.3 lentelė. Statybinių orinių kalkių tipai ir cheminė sudėtis

Kalkių tipas	Žymuo	CaO+MgO, %	MgO, %	CO ₂ , %	SO ₃ , %
Kalcitinės kalkės 90	CL90	≥ 90	≤ 5	≤ 4	≤ 2
Kalcitinės kalkės 80	CL80	≥ 80	≤ 5	≤ 7	≤ 2
Kalcitinės kalkės 70	CL70	≥ 70	≤ 5	≤ 12	≤ 2
Dolomitinės kalkės 85	DL85	≥ 70	≥ 30	≤ 7	≤ 2
Dolomitinės kalkės 80	DL80	≥ 85	> 5	≤ 7	≤ 2

Magnezinės rišančiosios medžiagos – prie orinių rišančiųjų medžiagų priskiriami kaustinis magnezitas ir kaustinis dolomitas [LST EN 14016] 66. Jų pagrindinis komponentas yra laisvas MgO. Gaminamos iš magnezito arba dolomito uolienu išdegant. Išdegti magnezitas ar dolomitas trūpinamas, o po to sumalamas, kad likutis ant sieto Nr 02 būtų ne didesnis kaip

5 %, o ant sieto Nr. 008 – mažiau kaip 25 % malinio. Pagaminta medžiaga vadinama kaustiniu magnezitu (MgO) ir kaustiniu dolomitu ($\text{MgO} \cdot \text{CaCO}_3$). Magnezinių rišančiųjų medžiagų milteliai yra maišomi ne su vandeniu, o su kai kurių druskų MgCl_2 , MgSO_4 , MgCl_2 ir FeSO_4 tirpalais. MgCl_2 tirpalas naudojamas 1,08–1,25 g/cm³ tankio ir sudaro 15–17 % MgO kiekio, o MgSO_4 – 1,1–1,15 g/cm³. MgSO_4 ir sunaudojama 16–20 %.

Sumaišius magnezinių rišančiųjų medžiagų miltelius su druskų tirpalu, gauname tešlą, kuri, praėjus tam tikram laikui, ima rištis ir kietėti. Rišimasis prasideda ne anksčiau kaip po 20 min., o baigiasi ne vėliau kaip po 6 h. Pagrindinis šių rišančiųjų medžiagų rodiklis yra MgO kiekis, pagal kurio kiekį procentais skiriamos markės: 88; 87; 83; 75. Kuo didesnis MgO kiekis tuo kokybiškesnė rišančioji medžiaga. Kaustinis dolomitas yra žemesnės kokybės nei kaustinis dolomitas, nes neišdegęs kalcio karbonatas yra inertinė medžiaga [29].

Magnezinės rišančiosios medžiagos gerai sukimba ir nerado organinių užpildų, todėl maišant su medienos pjuvenomis, spaliais gaminami ksilolitiniai, fibrolitiniai sausieji mišiniai.

Gipsinės rišančiosios medžiagos plačiai naudojamos įvairių gipsinių sausųjų mišinių gamybai, nes greitai rišasi ir kietėja, pakankamo stiprumo, mažo šilumos ir garso laidumo, pakankamo atsparumo ugniai ir kitų teigiamų savybių, nors ir neatsparus vandeniui. Gipsinės rišančiosios medžiagos dalinai arba visiškai dehidratavus gamtinį gipsą ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), bei džiovintą gamtinį anhidritą (CaSO_4). Taip pat gali būti gaminamos iš išvalytų pramonės atliekų, sudarytų iš kalcio sulfato (fosfogipso, borgipso, „dūmų“ gipso, fluorgipso) [17].

Gipsiniams dirbiniams naudojamas:

- statybinis (β – $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ – pushidratas, gautas dehidratavus 170–180 °C temperatūroje gipso žaliavą ir sumalus) gipsas;
- aukštavertis (α – $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ – pushidratas, gautas sočiuos vandens garuose dalinai dehidratavus 105–125 °C gipsą ir sumalus) gipsas;
- anhidritinis cementas;
- estrichgipsas

Pushidratinės gipsinės medžiagos turi tenkinti tam tikras savybes, reglamentuojamas standartais. Tokios savybės yra sumalimo smulkumas, vandens kiekis normaliai tešlai, rišimosi trukmė, gniuždymo ir lenkimo stiprumai, tūrinė plėtra ir kitos.

Statybinis gipsas yra vidutinio stiprumo ir greitai rišasi bei kietėja. Todėl gipsinių mišinių gamyboje naudojami įmaišiniai priedai – rišimosi lėtikliai, sudarantys sąlygas reguliuoti rišimosi trukmę. Jei priedai sumažina pushidratinio gipso tirpimą, jie yra lėtikliai.

Pushidratinio gipso tirpumą mažina NaOH, NH₄OH, Ca(OH)₂, paviršiaus aktyvinančios medžiagos, būdingi lėtikliai yra tirpūs fosfatai, boraksas, boro rūgštis, boro chloridas ir kt. Kai kurie lėtikliai mažina gipsinių sukietintų mišinių stiprumą. Naudojant paviršiaus aktyvius priedus, padidinamas mišinio plastiškumas, todėl sunaudojama mažiau vandens, o mažinant vandens kiekį stiprumas didėja [18].

Gipso sumalimo smulkumas turi įtakos rišimosi greičiui ir stiprumui. Stambesnės gipso dalelės vandenyje tirpsta lėčiau, todėl ir kietėjimas sulėtėja. Paprastai sumalimo smulkumas nusakomas procentiniu likučiu ant sieto Nr. 02 [LST EN 13279-1].

Normaliai gipso tešlai paruošti β-pushidračiam gipsui sunaudojama 50–70 %, α-pushidratiniam – 35–45 %. Normalaus tirštumo tešla apibūdina gipso tešlos slankumą, kuris nustatomas Suttardo viskozimetru.

Pushidratinio gipso rišimosi trukmė priklauso nuo sumalimo smulkumo, žaliavų mineralinės sudėties ir cheminių priedų. Pushidratinių gipsų rišimosi pradžia įvyksta ne anksčiau kaip greitai kietėjančiam kaip 2 min., normaliai kietėjančiam – 6 min., o lėtai kietėjančiam ne mažiau kaip – 20 min.

Pushidračio gipso stiprumas nustatomas pagal stiprumą gniuždant ir lenkiant po 2 h kietėjimo, išbandant standartinius bandinius, suformuotus iš normaliai tirštos tešlos. β-pushidračio gipso stiprio klasės yra nuo 2 iki 7 MPa, o α-pushidratiniam stiprumo klasė būna iki 25 MPa.

Pushidratinės gipsinės rišančiosios medžiagos kietėdamos didina tūrį. Tokia plėtra yra teigiamas reiškinys gipsinių sausųjų mišinių gamyboje, nes sumaišytas su vandeniu ir sukietėjęs mišinys gerai užpildo ertmes. β-pushidračio gipso tūrinė plėtra siekia 0,10–15 %, α-pushidratinio siekia 0,3 %, tirpaus anhidrito – 0,7–0,8 %.

Anhidratinės gipsinės rišančiosios medžiagos gaunamos išdegus anhidritą ir hidrataciją sužadinančius priedus 600–800 °C temperatūroje, o vėliau sumalus į miltelius. Su šiomis rišančiomis medžiagomis gaminamiems dirbiniams sunaudojama 30–40 % vandens, todėl gaunami didesnio tankio dirbiniai, negu gaminant su pushidratinėmis, tačiau rišimosi trukmė ilgesnė (pradžia ne anksčiau kaip 0,5 valandos, o pabaiga ne vėliau kaip po 24 valandų). Mišiniai sumaišyti su vandeniu kietėdami mažiau plečiasi arba visai nesiplečia. Standartinių bandinių gniuždymo stipris, kietėjant normaliose sąlygose, siekia 10–30 MPa, mažesnis gipsinio akmens aktyumas [14]. Standartiniai reikalavimai bandinių stipriui gniuždant pateikiami 3.4 lentelėje.

3.4 lentelė. Anhidritinės rišančiosios medžiagos stipris gniuždant

Žymėjimas	Stipris gniuždant, ne mažesnis kaip, MPa	
	2 paros	28 paros
A5	2	5
A20	8	20

Estrichgipsas gaunamas smulkiai sumalus 800–1000 °C temperatūroje išdegtą gipsą arba anhidritą. Degimo metu išsiskiria laisvas CaO, kuris tampa estrichgipso kietėjimo sužadintojas. Tai lėčiau už kitas gipsines rišančiasias medžiagas besirišantis produktas (rišimosi pradžia ne anksčiau kaip po 2 valandų), mišinio užmaišymui sunaudojama 30–35 % vandens. Standartinių bandinių stipris gniuždant po 28 parų kietėjimo normaliose sąlygose siekia 10–20 MPa.

Gipsinės rišančiosios medžiagos plačiai naudojamos sausųjų mišinių gamybai, nes turi daug teigiamų savybių:

- greitai rišasi ir kietėdami išdžiūsta;
- pakankamo stiprumo;
- biologiškai priimtini žmogui;
- mažai praleidžia šilumą ir garsą;
- atsparūs ugniai ir ilgaamžiški;
- lengvai apdirbami mechaniniais įrankiais.

Gipsinių rišančiųjų medžiagų trūkumas yra neatsparumas vandeniui, todėl be papildomų nuo vandens apsaugojančių priedų negalima naudoti drėgnoje aplinkoje, nes ištirpsta gipso akmuo ir sumažėja stiprumas.

Gipsinių rišančiųjų medžiagų savybės yra nevienodos, todėl praktikoje ruošiami jų mišiniai. β -pushidračio gipso milteliai tam tikra proporcija maišomi su α -pushidratinio gipso milteliais, gaunama naujų savybių rišančioji medžiaga, kurios normaliai tešlai pagaminti gali reikėti kitokio vandens kiekio. Dirbiniai gaunami jau kitokių savybių. Pavyzdžiui, tinko gipsas yra sudaromas iš 30 % β -pushidračio gipso ir 70 % anhidrito, pradėjus rištis kietėja iki 2 valandų. Kitas pavyzdys, tinko sausiesiems mišiniams gauti β -pushidračio gipso milteliai maišomi su hidratinių kalkių milteliais. Gaunamas mišinys lėčiau kietėja, bet yra pakankamo stiprumo [19].

Priklausomai nuo to kokie naudojami priedai iš gipsinių rišančiųjų medžiagų gaminami įvairios paskirties sausieji mišiniai, glaistai, gipso betono dirbiniai su organiniais (medienos pjuvenomis, drožlėmis) ir neorganiniais (smėliu, šlakais, pelenais, perlitu) užpildais.

3.3. Užpildai

Sausiesiems mišiniams naudojami užpildai turi LST EN 13139 reikalavimus, o lengvieji užpildai dar ir jų normatyvinių dokumentų reikalavimus. Tai kvarciniai, karbonatiniai, dolomitiniai smėliai geros granuliometrinės sudėties. Tai pagrindinė kietoji fazė mišinyje, kuri vėliau sąveikauja su kitais mišinio komponentais rišamąją medžiagą, įmaišomis ir kitais priedais. Kietosios polifrakcinės fazės granuliometrinė sudėtis turi įtakos rišamosios medžiagos sąnaudoms, mišinio reologinėms savybėms, o mišiniui sukietėjus ir kokybei bei techninėms charakteristikoms. Kintant užpildų dispersiškumui, keičiasi ir tarpfazinės sąveikos paviršiaus plotas. Jungiančioji fazė, sudaryta iš rišančiosios medžiagos ir įvairių priedų, užpildo kietosios fazės tuštumas, suformuoja erdvinę sulipusių dalelių sandarą. Atsiranda fazių lietimosi taškuose tarpusavio sąveikos energija. Polifrakciniai sausieji mišiniai sudaryti iš 4–5 frakcijų grūdelių. Rekomenduojama sudaryti mažiausio tuštymėtumo užpildų mišinius, naudojantis tipinėmis granuliometrijos kreivėmis. Kita vertus, užpildų dalelių maksimalus dydis parenkami pagal mišinio paskirtį. Kaip kuriems mišiniams būtinas stiprumas gniuždant, tuomet reikia užpildų sudėtį parinkti artimą optimaliai, t. y. būtina sudaryti minimalaus tuštymėtumo polifrakcinį mišinį.

Smulkelės – tai dalelės smulkesnės nei 0,063 mm. Jos vertinamos kaip nekenksmingos, jei atitinka sąlygas [36]:

- visas smulkiųjų kiekis smulkiajame užpilde yra mažesnis nei 3 %;
- smėlio ekvivalento vertė (*SE*) nustatyta pagal standartą (EN 933.8) ir yra didesnė už nustatytą apatinę ribą;
- bandymo metilen mėlynuoju (EN 933.9) metodu gautoji reikšmė yra (*MB*) mažesnė už tam tikrą reikalaujamą vertę;

Smulkiųjų frakcijų (0/2 mm) smėlio ekvivalente ir metilen mėlynuoju bandymo metodais rezultatai paprastai turi būti nustatyti 90 % patikimumo.

Dėl smulkiųjų – molio, dulkių, žėručio ir kitų dalelių pablogėja tarp cementinio akmens ir užpildų kontaktiniai ryšiai.

Tačiau smulkelės kartu su kitais užpildais sudaro netrūkią ir neprasilenkiančią granuliometrinės sudėties kreivę. Jos mažina užpildų tuštumėtumą.

Tam tikras smulkiųjų (< 0,063 mm) kiekis skiedinyje gali padidinti akmens tankumą, bet mišinio tūris nepadidėja. Jeigu dalelės yra tokio pat stambumo kaip cementas, tada padidėja cemento tešlos tūris ir gali sumažėti cementinio akmens stiprumas. Tuomet reikia nustatyti smulkiųjų naudojimo efektyvumą.

Skiedinio užpildams yra nustatytos didesnės leidžiamosios smulkiųjų ribos. Atsižvelgiant skiedinių paskirtį ir naudojamo smulkaus užpildo stambumą, smulkiųjų leidžiami ribiniai kiekiai suskirstyti į 5 kategorijas [19]. Didžiausias leistinas smulkiųjų kiekis skiedinio užpilduose pateikiamas 3.5 lentelėje.

3.5 lentelė. Didžiausieji leistini smulkiųjų kiekiai skiedinio užpilduose

Užpildo stambumas, mm	Didžiausio. išbirų per 0,063 mm sietą masės, %				
	K a t e g o r i j o s* f				
	1	2	3	4	5
0/1	3	5	8	30	>30
0/2	3	5	8	30	–
0/4; 2/4	3	5	8	30	–
0/8; 2/8	3	5	8	11	–

- 1 kategorija – mišiniai grindų išlyginamajam, torkretui, remontiniam;
- 2 kategorija – vidaus ir išorės tinko mišiniams;
- 3 kategorija – mūro mišiniams;
- 4 kategorija – mūro skiediniams (skaldytų uolienų mūrui).

Smėlis – tai nuosėdinė uoliena. Susideda iš 0,05–4 mm skersmens įvairios formos (kampuotų, apzulinėtų) mineralų grūdelių, daugiausia kvarco, feldšpatų, žėručio. Būna balkšvos spalvos (tai priklauso nuo kvarco kiekio); o kitas spalvas lemia priemaišos. Pagal vyraujančius mineralus būna: kvarciniai, karbonatiniai, geležingieji, molingieji, žvirgždingieji, gipsiniai ir kt. smėliai. Pagal vyraujančių dalelių dydį smėlis būna labai smulkus, smulkus, vidutinis, stambus, labai stambus (susikirstymas priklauso nuo pasirinktos klasifikacijos). Smėliai būna aliuvinės, eolinės, jūrinės, ežerinės, ledyninės, aleuritinės ir kitokios kilmės [6].

Klintys – tai (tankios, konglomeratai) nuosėdinė karbonatinė uoliena, susidariusi daugiausia jūrose iš mineralo kalcito (CaCO_3). Dažniausiai būna su dolomito, aleurito, smėlio, molio ir kt. priemaišomis. Gerai reaguoja su druskos rūgštimi ir išskiria anglies dioksido dujas; iš to lengva atskirti nuo kitų uolienų. Grynos klintys (<5 % priemaišų) yra baltos arba šviesiai pilkos, su aleurito arba molio priemaiša – pilkos, tamsiai pilkos, su organinėmis medžiagomis – tamsiai pilkos iki juodos, o su geležies priemaiša – gelsvos, rusvos ar rudos spalvos. Klintys susidariusi iš 0,0001–20 mm dydžio ir įvairios formos kalcio kristalų. Struktūra labai įvairi. Būna masyvi, sluoksniuota, gniutulinės ar kitokios tekstūros [20].

Dažniausiai randamos organogeninės ir cheminės klintys. Eksploatuojamos atviruoju būdu karjeruose Akmenės raj. (Karpėnų, Menčių telkiniai). Lietuvoje klintys randamos ordoviko, silūro, devono, permio, triaso ir kvartero sistemose. Storiausi sluoksniai iki 150 m. susidarė ordoviko ir silūro periodų negiliuose šiltuose baseinuose. Spalva – šviesiai pilka ir pilka, kartais gelsva ir ruda, vidutinio kietumo, minkšta, smulkiakristalė. Naudojamos trupintos stambiųjų (4–63 mm) ir smulkiųjų (0–4 mm) užpildų gamybai, o maltos, mikroužpildams, suteikiančios sausiesiems mišiniams specialių savybių [3].

Klintinis tufas, karbonatinis tufas, gėlavandenė klintis, susidariusi iš požeminio vandens nuosėdų, iškritusių prie versmių, ežerų pakrantėse. Akyta kalcio karbonato (CaCO_3) uoliena. Klintinis tufas yra baltos spalvos su gelsvu ar vos melsvai žalsvu atspalviu, nedidelio kietumo, lengvai trupa. Lietuvoje klintinio tufo yra daug kur: Nemuno krante (prie Nemunaičio), Žaliųjų ežerų krante prie Vilniaus, Neries, Šventosios, Dubysos ir kitų upių slėniuose.

Dolomitas yra susidaręs iš to paties pavadinimo mineralo su įvairiomis priemaišomis. Dažniausiai dolomitai susidarė, dolomitizuojantis klintims. Kristalai trigoninės singonijos, romboedro arba daugiakampio pavidalo. Struktūra kristalinė, klastinė, rečiau porfyrinė. Būna baltas, su gelsvu, rusvu, rečiau žalsvu atspalviu, skaidrus arba pusiau skaidrus. Trapus. Uoliena dažnai turi kitų uolienų (gipso, anhidrito, piritro, mergelio, molio) intarpų, tarp sluoksnių [19]. Dolomitas tankus, dažnai su kavernomis, poringas, supleišėjęs. Tekstūra masyvi, sluoksniuota. Dolomitas susiklostęs vandens baseinuose iš cheminės kilmės nuosėdų arba pakitusių kalcito nuosėdų. Slūgso klodais. Lietuvoje yra silūro, devono ir permio sistemų dolomitas. Jo atodangų yra Apaščios, Kruojos, Lėvens, Mūšos, Nemunėlio krantuose. Eksploatuojamas Petrašiūnų (Pakruojo rj.) telkinys. Dolomitas kasamas karjeruose iki 10 m gylio. Daugiausia iškasto dolomito paverčiama skalda betonų užpildams, keliams tiesti, o smulkioji frakcija gali būti naudojama sausųjų mišinių gamybai.

Marmuras – tai metamorfinė uoliena, susidariusi iš persikristalizavusios klinties arba dolomito. Būna ir kitų mineralų priemaišų, kurie padidina marmuro dekoratyvumą. Struktūra kristalinė grūdėta (smulkiagrūdė, rečiau vidutianigrūdė ir stambiagrūdė). Tekstūra vientisa, juostuota, dėmėta. Spalva priklauso nuo priemaišų. Grynas marmuras baltos spalvos, su geležimi – rausvas, raudonas, geltonas, su anglimi – pilkas, tamsiai pilkas. Dažniausiai margas. Marmuro grūdelių cheminė sudėtis: CaO – 34,7–52 %; MgO – 3,8–19 %; Fe_2O_3 – 0,16 %; Al_2O_3 – 0,15 %; SiO_2 – 4–7 %. Grūdelių dydis 0,2–4 mm, o marmuro miltelių – 2–200 μm [19]. Naudojamas apdailai ir užpildas spalvotiems sausiesiems dekoratyviniams mišiniams. Tai vertingas užpildas spalvotiems vidaus tinkui.

3.4. Akytieji užpildai

Akytieji dirbtiniai užpildai gaminami iš gamtinių mineralinių arba organinių žaliavų jas perdirbant pagal specialią technologiją, susidedančią iš atskirų tik tai žaliavai skirtų gamybos procesų. Dirbtinieji užpildai gaminami tuose regionuose, kur nėra natūraliųjų lengvųjų užpildų.

Dirbtinių akytųjų užpildų gamybos procesai yra valdomi, todėl gaunami norimos paskirties ir kokybės produktai. Gamybai naudojamos vietinės žaliavos, vietinės pramonės atliekos. Kai kuriems užpildamas žaliavos (pvz. perlitui) galima ir atsivežti, nes gamybos metu naujo produkto tūris padidėja keletą kartų. Tai sprendžiama ekonominiais skaičiavimais.

Dirbtinieji užpildai dar skirstomi į specialiai pagamintus (keramzitas, agloporitas, šungizitas, agloporitas, šlako pemza, perlitas, vermikulitas, termolitas) ir gaunamus iš pramonės gamybos atliektų (metalurginiai ir kurykliniai šlakai bei pelenai, sodrinimo atliekos, mikroužpildai, organinės atliekos: medienos, spalvai, šiaudai, sintetinių pluoštinių medžiagų ir kt.). Iš pramonės atliekų gaminami užpildai yra pigesni, nors pramonės atliekose gali būti įvairių žalingų betonams priemaišų, todėl prieš naudojant būtina patikrinti jų cheminę sudėtį ir kenksmingas priemaišas [18].

Pramonės atliekos telkiniuose yra nevienodos, skirtingas jų tankis, stiprumas, nes tai yra atliekos. Be to pramonės atliekos susideda iš įvairaus stambumo grūdelių (dalelių). Prieš naudojant atliekas dažnai tenka suskirstyti į dalis, atskirti ir pašalinti kenksminas priemaišas.

Keramzito smėlis – tai dirbtinė biri, lengva, akyta keraminė medžiaga, kurios granulės apvalios formos, o jų paviršius aptrauktas sukepusia luobele. Granulės viduje vyrauja uždarnos poros. Keramzitas gaminamas iš lengvai besilydančių molių, kurie greitai degant nuo karščio gerai išsipučia. Molio išsipūtimas gali būti didinamas kietaisiais ir skystaisiais priedais: piritu, piritu degenomis, maltomis anglimis, antracitu, medžio pjuvenomis, mazutu, skystu tepalu, ligninu, sulfitiniais spirito žlaugtais. Priedų yra daug. Priedais net tik didinamas molio išsipūtimas, bet supaprastinamas gamybos technologinis procesas.

Keramzito granulės porų sienelės sudarytos iš stikliškos medžiagos, jų sienelių storis yra nuo keliolikos mikronų iki 1 mm. Granulės, kurių skersmuo mažesnis kaip 4 mm vadinamas keramzito smėliu, kuris naudojamas sausųjų šilumą izoliuojančių mišinių gamybai.

Pagaminti 0,10–4 mm didumo keramzito smėlį galima dviem būdais: skaldant stambiašias granules, arba naudojant specialią technologiją. Pagamintas 500–700 kg/m³ piltinio tankio ir 10–15 MPa skaičiuojamojo stiprumo bei 20–30 % vandens įgėrio produktas naudojamas kaip užpildas mūro ir „šilto“ tinko mišiniuose [20].

Pagal specialią technologiją keramzito smėlis gaminamas iš tų pačių žaliavų kaip ir keramzito žvirgždas, tačiau paruoštų ir išdžiovintų smulkių granulių degimas vykdomas vertikaliose, vadinamose „verdančio“ sluoksnio degimo krosnyse.

Uolienu skaldelė arba išdžiovinti molio trupiniai 3–5 mm didumo tiekiami į džiovinimo ir kaitinimo krosnies zoną. „Verdančiojo“ sluoksnio krosnyje dispersinės medžiagos sluoksnį termiškai apdoroja dujinis šilumnešis. Jose įrengtos kelios skylėtos pertvaros, kurių tekamuoju skerspjuviu šildymo ir degimo zonose pučiamos dujos, o aušinimo zonoje – šildomas oras. Dispersinė medžiaga intensyviai maišoma tekančių dujų „verda“ ir pro vamzdelius byra nuo pertvaros ant pertvaros. Karštos dujos iš apačios eidamos pro tankias pertvaras–ardynus, granulėms neleidžia sulipti. Įkaitusios jos patenka į degimo zoną ir karšto oro aplinkoje puriame sluoksnyje išdega. Keramzito smėlio granulėse vyksta tokie pat procesai kaip ir degamose keramzito žvirgždo granulėse. Smėlis degamas žymiai trumpiau, nes jo granulės mažesnės. Dėl medžiagos maišymosi šilumos mainai labai intensyvūs, todėl šiose krosnyse išdegto keramzito smėlio gera kokybė, nes granulių forma yra artima rutulio formai, o smulkių granulių paviršių dengia tanki ir stipri luobelė, jos paviršius glotnus.

Agloporitas yra dirbtinis poringas užpildas, gaminamas iš molingų uolienu netinkamų keramzitui gaminti.

Agloporito techniniai rodikliai yra nurodomi tokie: tankis, stiprumas, dalelių forma, atsparumas šalčiui ir kitos savybės. Agloporito tankis: 400–900 kg/m³ intervalu 100, tuštymėtumas 50–60 %, atvirasis akytumas 15–20 %, stipris gniuždant cilindre 0,3–1,6 MPa. Agloporito dalelės yra aštriabriaunės, atviraporės struktūros, todėl laisvai supiltos užima didesnę tūrį, lyginant su keramzitu. Agloporito savybės tiriamos pagal standarto LST EN 13055:2004(D) standarto reikalavimus. Kuo smulkesnės dalelės tuo didesnis ir tankis. Agloporite būna stambių paviršinių akučių, kurios trupinant išnyksta. Kuo smulkiau trupinama tuo mažiau lieka tokių akučių, todėl didėja tankis. Pavyzdžiui 4–8 mm frakcijos tankis – 700–800 kg/m³, o iki 4 mm frakcijos apie 1000 kg/m³ [31].

Agloporite būna nesukepusių dalelių, daug stiklo fazės, todėl reikia patikrinti ar neatsiras silikatinis irimas.

Šlako pemza (termozitas) yra dirbtinis akytos struktūros lengvas užpildas, gaunamas iš aukštakrosnių šlako metalo lydymo metu, staigiai ataušinus lydalą. Šlako pemza yra pigiausias poringas užpildas, gaminamas daugelyje pasaulio šalių gaminančių metalus. Mineralinė sudėtis: volostonitas (α -CaO·2SiO₂), rankinito (3CaO·2SiO₂), gelenito (2CaO·Al₂O₃·2SiO₂) nedidelio kiekio stiklo fazės ir sulfidų. Šlako pemzos akučių dydis būna 0,04–4,0 mm, akučių

sienečių storis – 0,01– 1,6 mm. Akytumas 52–78%, vandens įgėris – 10–53%. Svarbi šlako cheminė sudėtis. Tinkamiausi šlakai, kurių bazingumas $M_o > 1$. Kai $M_o < 1$ šlakai yra šarmiški, lėtai aušta, klampūs ir neatsparūs silikatiniam irimui [19].

Šlako pemzoje yra daug stiklo fazės, todėl reikia tikrinti jos atsparumą silikatiniam irimui veikiant vandeniui. Šlako pemza plačiausiai naudojama.

Išpūstas perlitas naudojamas vidutinio tankio smėlis ($120\text{--}350\text{ kg/m}^3$) su uždara akyta struktūra (frakcijos 0,16–2–4 mm), pakankamo mechaninio stiprio gniuždant cilindre naudojamas perlito cementiniams, gipsiniams mūro, tinko ir hermetizuojantiems sausiesiems mišiniams gaminti. Labai smulkus smėlis (miltelių pavidale, dalelių dydis iki $140\text{ }\mu\text{m}$) naudojamas kaip užpildas grindų linoleumo, statybinių dažų, mišiniams. Išpūsto perlito smėlio savybės pateikiamos 3.6 lentelėje.

3.6 lentelė. Išpūsto perlito smėlio fizikinės – mechaninės savybės

Frakcijų dydis, mm	Likutinis vandens kiekis po išpūtimo, %	Išpūsto perlito fizikinės–mechaninės savybės			
		Piltinis tankis, kg/m^3	Vandens įgėris pagal masę, %	Stipris gniuždant cilindre, MPa	Išplaukiančių vandenyje dalelių kiekis, %
Iki 0,5	3,5–4	80–100	Iki 250	–	8–10
0,16–1	2,2–3,2	120–200	100–120	0,15–0,20	–
1–2	1,9–3,0	150–250	75–90	0,25–0,30	–
2–4	2,0–3,0	250–350	50–60	0,50–0,90	–

Išpūstas perlitas labai efektyvus smulkus lengvas užpildas termoizoliacinių mišinių gamybai

Šlakiniai užpildai gaunami iš lėtai ataušintų aukštakrosnių šlakų. Gaunami sunkūs $\rho_o > 1000\text{ kg/m}^3$ ir lengvi $\rho_o < 1000\text{ kg/m}^3$, pagal grūdelių stambumą sausiesiems mišiniams naudojami – smulkių ($< 4\text{ mm}$) grūdelių užpildai [19].

Iš sąvartyno šlakas kraunamas į vežimėlį ir vežamas į perdirbimo cechą. Po pirminio sijojimo stambiosios dalelės trupinamos, bet prieš tai praeina pro elektromagnetą įrengtą transporteryje, atskiriami geležies gabaliukai. Išvalytas ir sutrupintas šlakas antrą kartą sijojamas. Suskirstomas į frakcijas supilamas į silosinius sandėlius. Šlakai iš kurių gaunamas šlakinis smėlis (0,1–4 mm) supilami į talpas.

Struktūra – kristalinė, bet yra ir stikliškos medžiagos. Cheminė sudėtis – rūgštūs ($M_b < 1$); vyrauja kalcio ir aliuminio silikatai, kalcio feritai, yra sulfidų ir kitų metalų. Šie šlakai ne suyra ilgiau laikant atviruose sandėliuose, gi pagrindiniai ($M_b > 1$) ilgiau laikant pradeda irti,

nes susidaręs dikalcio silikatas pereina į kitas formas, padidėjant tūriui, atsiranda vidiniai įtempimai ir dirbinys suyra. Be to yra ir dėl CaO gesinimosi. Manganiniai ir geležingi silikatai irgi gali suirti. MgO turėtų būti iki 5 % [18].

Priklausomai nuo cheminės sudėties šlakas suyra staigiai arba lėtai. Išankstinį stabilumo patikrinimą galima nustatyti pagal tokią formulę, tačiau reikia žinoti šlako cheminę sudėtį. Atsparūs suirimui yra šlakai, kurie tenkina sąlygą:

$$\text{CaO} = 0,92 \cdot \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + 0,2\text{MgO} \quad (3.1)$$

Stabilūs yra šlakai kai tenkinama ši lygybė arba CaO yra mažiau. Patikimas patikrinimas atliekamas laboratorijoje. Ortosilikatų irimo–skilimo priežastimi yra lėtas aušinimas. Pagrindinis būdas aukštakrosnių šlakų skilimui yra taip vadinamas terminis stabilizavimas, t. y. greitesnis aušinimas. Be terminio stabilizavimo pramonės naudojama ir cheminis būdas.. Kad šlakas būtų atsparus silikatiniam suirimui įdedant į neataušusį šlaką stabilizuojančių priedų: fosforitų, fluoroapatito aliuminio, boro oksidų ir kt. Priedai pagerina šlako kristalizacinę struktūrą ir padidina atsparumą suirimui. Jie sudaro pastovesnius skilimui junginius. Neleidžiama cinko, švino, vario oksidų.

Pavojingas ir geležies oksidų skilimas, kada šlako tūris padidėja net iki 38 %. Veikiant vandeniui geležies sulfidas virsta geležies oksidu.

Šlakų skilimas prasideda juos aušinant ir trunka iki 3 mėn. Šlakai išgulėję ilgą laiką krūvose atvirame ore jau yra patvaresni tolesniam skilimui.

Šlako fizikinės ir mechaninės savybės priklauso nuo jo mineralinės sudėties, susikristalizavimo laipsnio, kristalų stambumo ir formos, kristalinės ir amorfinės fazių pasiskirstymo.

Aukštakrosnių šlakus galima užpildams naudoti tik juos išlaikius atvirame ore nemažiau kaip 3 mėn. Tankis turi būti ne mažesnis kaip 2200 kg/m³. Stipris gniuždant nemažesnis 40 MPa, vandens įgėris nuo 1–5 %. Išlydyti šlakai yra pakankamai atsparus šalčiui ir karščiui. Atsparumas atmosferiniams poveikiams apie 2 kartus mažiau atsparus, nei užpildai iš tankių natūralių uolienų [18].

Granuliuotieji aukštakrosnių šlakai yra naudojami kaip smulkūs užpildai, nes juose daug grūdelių iki 2,5 mm. Šlako smėlio piltinis tankis 800 – 1200 kg/m³. Grūdelių tankis 0,4–1,6 g/cm³. Nuo tankio priklauso skaldos stipris gniuždant, kuris siekia iki 35 MPa.

3.5. Pigmentai

Mineraliniai pigmentai yra spalvoti dispersiški milteliai, smulkesni už cemento grūdelius, arba granulės. Jie gali atstoti mikroužpildus. Jie smulkesni nei $7500 \text{ cm}^2/\text{g}$, t. y. keliolika kartų smulkesni už cementą. Jų dalelės telpa tarp cemento grūdelių, todėl jie padidina cementinio akmens tankį [17].

Geriausios apdailos mišiniams yra geležies oksidų (raudoni, geltoni, juodi bei rudi), chromo oksido (žali), kobalto aluminato (mėlyni), titano oksido (balti) pigmentai. Pigmentai paprastai žymimi ant pakuočių etikečių skirtingais triženkliais–keturženkliais skaičiais.

Paprastai pigmentai dozuojami pagal mišinio masę, pavyzdžiui, į spalvotus mišinius su įprastiniu pilkuoju portlandcemenčiu jų rekomenduojama dėti 1–5 % mišinio masės, o su baltuoju cementu gali pakakti 0,3–1,5 % mišinio masės. Mažesniu pigmento kiekiu betonas nuspalvinamas švelniomis, pastelinėmis spalvomis, didesniu – intensyvesnėmis spalvomis. Pigmentų kiekis paprastai pasirenkamas eksperimentiniu būdu, atsižvelgiant į pageidaujamą sukietėjusio mišinio spalvą ar atspalvį, pigmentų spalvos intensyvumą (dažančiojo oksido kiekį), cemento bei užpildų spalvinę gamą ir mišinio paskirtį. Cemente ir kalkėse yra tam tikras kiekis šarmų, todėl statybiniais mišiniais tinka tik absoliučiai šarmams atsparūs pigmentai. Neatsparūs šarmams pigmentai veikiami šarmų keičia spalvą ir yra. Atsparūs šarmams pigmentai gerai perduoda savo spalvą mišinyje nesikeičiant sukietėjusio mišinio savybėms. Spalvos perdavimo kalkių, smėlio ir cemento mišiniais intensyvumas priklauso nuo smėlio, kaip užpildo, cheminės ir grūdinės sudėties, nes pigmentus teikiančių firmų dispersiškumas yra pastovus. Didžiausias ir ekonomiškiausias mišinio spalvos intensyvumas būna, kai pigmento dalelės dengia smėlio grūdelius vientisu neperšviečiamu sluoksniu. Šio sluoksnio storis priklauso nuo pigmentų grūdelių dydžio. Jei pigmentas dengia smėlio grūdelius dviem sluoksniais, jo daugiau sunaudojama, bet spalvos intensyvumo laipsnis nesikeičia. Jei padengtas ne visas smėlio grūdelių paviršius, spalvos intensyvumas būna mažesnis [25].

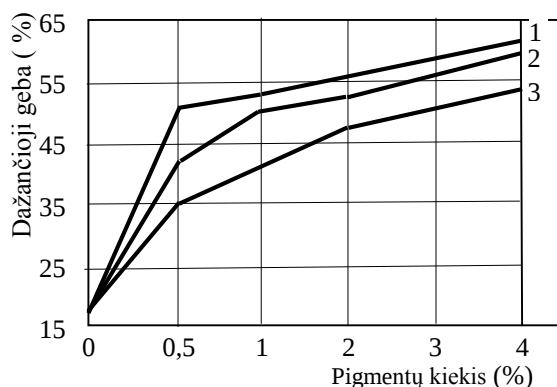
Sausųjų mišinių spalvos intensyvumui, be kitų faktorių, turi įtakos ir pigmentų dažomoji geba. Be pagrindinių dažančiųjų oksidų yra ir pildančioji medžiaga, kuri rišančiosios medžiagos kietėjimo metu gali įtakoti spalvos pasikeitimą, todėl pigmentai turintieji iki 94–97 % dažančiojo oksido yra patvariausi mišinyje. Tos pačios mineralinės ir cheminės sudėties pigmentų dažomoji geba padidėja didesnio dispersiškumo pigmentams. Dažomoji geba visada nustatoma įvertinant mišinio sudėtis ir savybes. Pigmentų dažomoji geba priklauso ir

nuo to, kokios spalvos yra dažomoji medžiaga. Mišiniams su pilkuoju portlandcemenčiu yra lengviau suteikti tamsesnių gamų atspalvį. Norint gauti šviesesnę spalvą, reikia didinti pigmento kiekį arba naudoti baltąjį portlandcementį. Galima paminėti, kad juodojo geležies oksido neverta naudoti daugiau kaip 2–4 % mišinio masės, o kito juodojo suodžių pigmento juodai spalvai gauti pakanka 1–1,3 %. Naudojant raudonus pigmentus gaunamų spalvų intensyvumas skirtingas, raudonojo geležies oksido dažniausiai pakanka 1–2,5 %, tamsiai raudono geležies hidroksido – 4–5 % mišinio masės. Rudųjų pigmentų kiekį mišinyje rekomenduoti dar sunkiau, nes jie yra intensyvios spalvos, ir įdėjus daugiau ar mažiau, spalva kinta nuo pastelinės rusvos iki intensyviai gelsvai rudos. Pigmentų dažomąją gebą lemia jų smulkumas ir juose esantis dažančiosios medžiagos kiekis. Esant didesnėms šių rodiklių reikšmėms intensyvesnė ir pigmentų dažomoji geba [18].

Dažomoji geba yra spalvų kiekybinio palyginimo rodiklis, nes ryšys tarp jutimo ir šviesos bangos ilgio nėra vienareikšmis.

Dažomoji pigmento geba yra svarbi charakteristika gaminant mūro ir apdailos sausuosius mišinius, nes nuo dažančiosios gebos priklauso brangių pigmentų sunaudojimas. Pigmento dažančiosios gebos įtaka pigmentų kiekiui mišinyje pateikta 6 priede [18].

Analizuojant duomenis, išryškėja pigmentų kiekio įtaka sukietinto mišinio spalvos intensyvumui. Didinant pigmento kiekį mišinyje, spalvos intensyvumas didėja nevienareikšmiškai sunaudojamo pigmento kiekiui (3.1 pav.).



3.1 pav. Pigmentų kiekio įtaka mišinio dažomajai gebai: 1 – raudonas geležies oksido 110 pigmentas; 2 – žalias chromo oksido GN pigmentas; 3 – geltonas geležies oksido 920 pigmentas; mišinys – portlandcementis, gesintos kalkės, kvarcinis smėlis

Įdėjus į mišinį 0,5–2 % pavyzdyje naudotų pigmentų spalvos intensyvumas praktiškai labai mažai kinta, todėl nėra būtina didinti pigmentų kiekį numatytos spalvos gaminiam.

Dažnai vieno pigmento neužtenka reikalingos spalvos intensyvumui pasiekti. Tuomet sumaišomi du arba daugiau įvairių spalvų pigmentų reikalingam atspalviui gauti. Geriausia naudoti granuliuotus pigmentus, tuomet nereikia naudoti pigmentų trintuvių jų tarpusavio sumaišymui. Dabar pigmentus gaminančios įmonės ruošia pigmentų granuliatų, kurie vienodžiau pasiskirsto mišinio masėje ruošimo metu. Reikalingi šviesesni atspalviai galimi įmaišant baltojo cemento arba baltų klinčių bei malto balto marmuro užpildų [18].

Be 6 priede pateiktų plačiausiai naudojamų statybinių mišinių gamybai pigmentų tipų gali būti naudojami ir kiti pigmentai, tačiau be kitų savybių jie privalo būti atsparūs šviesai ir šarmams.

4. Modifikatorių – įmaišų grupės ir jų poveikis statybinių mišinių savybėms

4.1. Vandeni sulaikančios įmaišos

Vandens atskyrimą mažinančios įmaišos, kurias įdėjus vandens atsiskiria mažiau arba vanduo visai neatsiskiria. Keliami mišinio vandens atskyrimą mažinančiomis įmaišomis, kai konsistencija tokia pati, turi būti iki 50 % mažesnis, palyginti su kontroliniu mišiniu. Stiprumas gniuždant padidėja iki 80 %, lyginant su kontroliniu mišiniu [28].

Vandenyje tirpstantys modifikuoti celiuliozės eteriai yra pagrindinės modifikuojančios miltelinės įmaišos, didinančios mišinio vandens laikomumą, mažinančios sukietėjusio mišinio susitraukimą, gerinančios sukibimą (lipnumą) su pagrindu, prailginančios plutelės paviršiuje susidarymo trukmę, esant minimaliai aplinkos temperatūrai, atsparios šarmų poveikiui ir didinančios sukietėjusio mišinio mechaninį stiprumą (sukibimo su pagrindu stiprį, EN 1348).

Tai metilceliuliozės, metilhidroksietilceliuliozės, metilhidroksi–propilceliuliozės, hidroksietilceliuliozės eteriai: **methocel, wolocel, mecellose; komacel, bermocoll, addilose, solvitose, agocel, culminal, integral Waterproof, sikament ir kt.**

Metilceliuliozė (methocel) suteikia mišiniams vandens sulaikymą nuo 4 iki 40 °C temperatūros. Šios įmaišos palengvina mišinio klojimą ant pagrindo, geriau sukimba su juo, neišsiskiria vanduo. Galima sumažinti cemento užpildų mišiniuose vandens cemento santykį, nesumažinant jų slankumo, nes žymiai vandens padidina sulaikymas. Methocel įmaišos dedama 0,10–0,25 % nuo mišinio masės.

Celiuliozės eteriai. Metilceliuliozės įmaiša gerina ir kitas fizikines ir mechanines. Metilceliuliozės įmaišos įtaka cementiniam mišiniui teikiama 4.1 lentelėje [33].

4.1 lentelė. Metilceliuliozės įmaišos įtaka cementinių mišinių savybėms

Mišinio sudėtis	P/C santykis, %	V/C, %	Vandens sulaikymas, %	f_{tm} , MPa	$f_{tm,pl}$, MPa	Vandens įgėris, %
Cemento tešla	0,0	56,0	84,2	2,54	0,25	8,2
	0,10	30,9	92,5	3,28	1,62	4,6
	0,20	31,2	96,4	3,21	2,01	4,8
	0,50	33,5	97,5	3,84	3,22	4,8
	1,0	38,0	99,1	3,51	2,31	6,1
Skiedinys: cementas + smėlis=1:2	0,0	56,0	84,2	2,54	0,25	8,2
	0,2	76,2	96,3	2,12	0,65	12,1
	1,0	74,2	99,9	1,81	0,83	14,5
Skiedinys: cementas + smėlis =1:3	0,0	85,0	73,2	1,43	0,16	10,9
	0,2	79,8	82,5	1,25	0,64	13,2
	0,5	80,8	83,1	1,12	0,66	12,8
	1,0	90,3	97,4	1,13	0,83	14,3

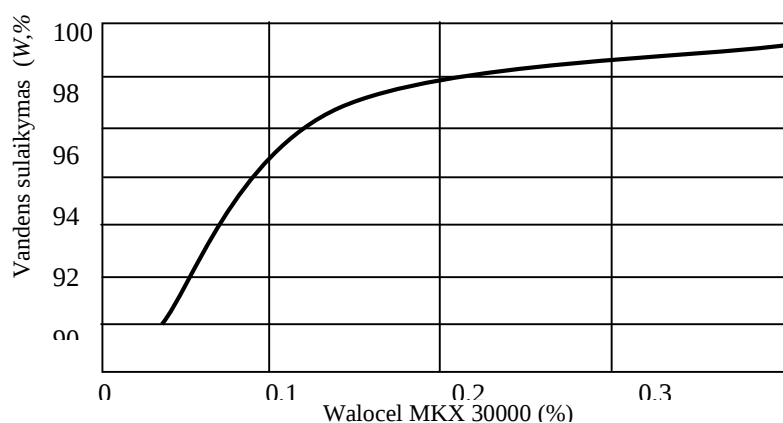
Įmaiša gaminamos įvairių markių ir naudojamos plačiai sausųjų mišinių gamai: apdailos spalvotiesiems, terazitiniams (smulkiems iki 2 mm, vidutiniams iki 4 mm ir stambiems iki 6 mm), granitinimas tinko, klijavimo, savaime išsilyginantiems mišiniams. Kiekviena įmaišos markė turi specifinių savybių, todėl būtina naudoti tinkamiausia markę, atitinkančią mišinio paskirtį.

Plačiausiai šalyje naudojami polimerai – **metilceliuliozės eteriai**. Tai chemiškai modifikuoti celiuliozės produktai į makromolekulę atitinkamomis sąlygomis įvedant įvairius pakaitus, gaunami vandenį sulaikančioji celiuliozės eterių įmaiša. Tai balti dribsniai ar milteliai, kurie gerai maišosi su vandeniu ir tirpsta, suteikia mišiniui vandens sulaikymą. Metilceliuliozės produktų skiedinio klampumas 400–60000 MPa·s. Mišinių sudarytų iš cemento ir užpildų klampumas ir vandens sulaikymas priklauso nuo įmaišos savybių: molekulinės masės, polimerizacijos ir eterifikacijos laipsnių [30].

Kai eterifikacijos laipsnis ir molekulinė masė nedideli gerai tirpsta vandenyje, esant normaliai temperatūrai. Didesnio eterifikacijos laipsnio, kokios yra ir celiuliozės įmaišos, geriau tirpsta didesnio šarmingumo mišinyje. Celiuliozės eteriai gaunami iš šarmų paveiktos celiuliozės ir įvairių alkilų bei kitų reagentų, įtakančių įmaišos produkto savybes ir panaudojimą. Įvairios firmos gamina celiuliozės eterius skirtingais pavadinimais, bet atitinkančius pagrindinius vandens sulaikymo mišiniuose standartų reikalavimus. Smėlio ir cemento dalelės susimaišiusios su vandeniu pirmiausia sudrėksta tik paviršiuje. Sudrėkimo trukmė priklauso nuo paviršių ryšio energijos. Įmaišiniai celiuliozės eterių priedai ištirpę vandenyje pakeičia jo savybes ir sąveikauja su rišančiosios medžiagos ir smėlio dalelėmis. Vanduo sujungia dispersines kietosios fazės daleles į vientisą sistemą. Vandens kiekis tokioje

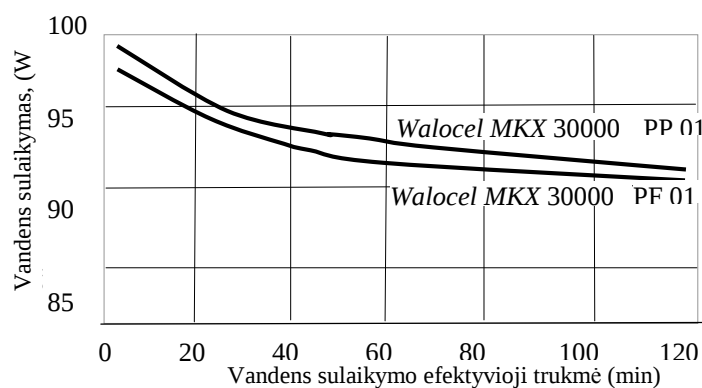
sistemoje turi būti optimalus. Vandens kiekį nustatyti galima pagal tai, kokių savybių mišinį norima gauti. Be to, ryšio energijos didumas priklauso nuo atsiradusių molekulinės sankabos jėgų [30]. Yra nustatyta, jog vandeninis įmaišos tirpalas kietųjų dalelių paviršiuje sudaro plėvelę, kurios storis ir tankis priklauso nuo ištirpusių organinių medžiagų specifinių savybių. Plėvelių storį tiksliai nustatyti sunku, bet žinoma, kad jis priklauso nuo dalelių paviršiaus šiurkštumo ir vandens kiekio mišinyje. Kai plėvelės storyje veikia kietųjų dalelių traukos jėgos, tai mišinys tampa sankabus, vanduo negali atsiskirti iš mišinio, padidėja skystosios fazės molekuliniai sąveikos įtempimai. To dėka paruoštas mišinys išlaiko savo klampiąsias savybes, kai paruoštas su optimaliu vandens ir cemento kiekiais.

Skirtingų firmų metilceliuliozės Walocel eteriai turi skirtingus savybių rodiklius. Wolocel MKX 30000 vandens sulaikymas pateikiamas 4.1 paveiksle [50]. Walocel M metilceliuliozės produktus Wolff Walsrode firma gamina įvairaus klampumo įmaišas nuo 6000 iki 40000 MPa·s.



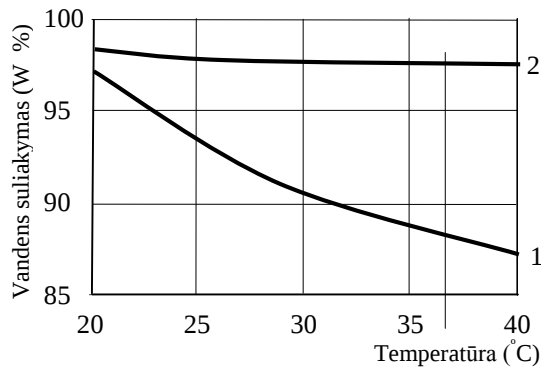
4.1 pav. Vandens sulaikymas įdėjus į sudėtinį mišinį Walocel įmaišą

Metilceliuliozės įmaiša sumažina susitraukimo deformacijas (4.2 pav). Metilceliuliozės eterio Walocel MKX 3000 vandens sulaikymo priklausomybė nuo įmaišos kiekio mišinyje [50].



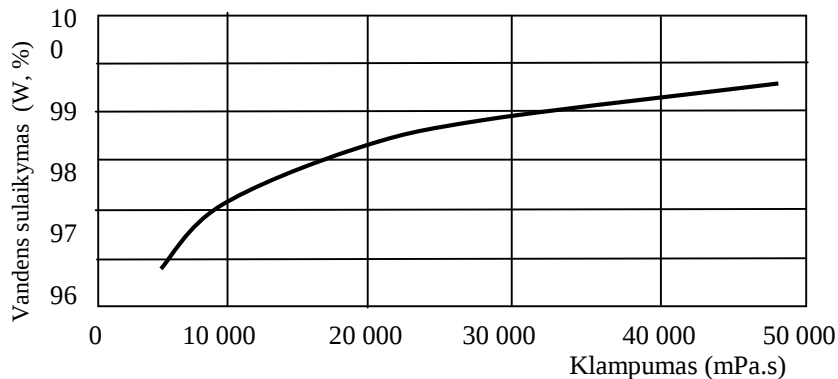
4.2 pav. Vandens sulaikymo trukmės priklausomybė po mišinio paruošimo

Metilceliuliozės įmaišos naudojamos apdailos mišiniams, kurių klojimo temperatūra yra aukštesnė už 20 °C, būtinai naudoti specialios modifikacijos metilceliuliozės įmaišą, kad esant aukštesnei temperatūrai nesumažėtų mišinio vandens sulaikymas. Mišinio temperatūros įtaka vandens sulaikymui pateikiama 4.3 paveiksle.



4.3 pav. Vandens sulaikymo priklausomybė nuo mišinio temperatūros: 1 – standartinė metilceliuliozė; 2 – optimizuota metilceliuliozė

Chemijos pramonė gamina celiuliozės įmaišas skirtingų molekulinę masių. Pastebėta, kad įmaišos molekulinė masė turi įtakos vandens sulaikymui mišinyje (4.4 pav.) [51].

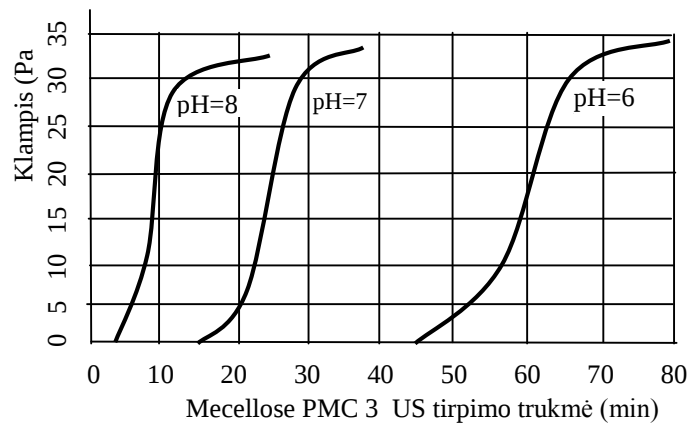


4.4 pav. Celiuliozės įmaišos molekulinės masės įtaka mišinio vandens sulaikymui

Disperguojantys vandenį sulaikantis priedai: Winnapas, Eloteks, Movilit, Akronal, Roksimat, DLP ir kiti didina, skiedinių ir sausųjų mišinių ne tik adheziją su pagrindu, bet mažina susitraukimo deformacijas, gerina vandens sulaikymą bei įsiurbimą ir technologines savybes.

MECELLOSE – gaminama Samsung koncerno įmonėse (Vokietija, Korėja) yra sudėtinis celiuliozės eteris (metilhidroksilpropilceliuliozė) miltelių pavidale gerai tirpstanti vandenyje, labai gerai sulaiko vandenį mišinyje, neleidžia jam išgaruoti į aplinką, gerai adsorbuojasi ant cemento ir kitų rišančiųjų medžiagų dalelių, kai dozuojama 0,06–0,5 % nuo cemento ar kitos rišančiosios medžiagos masės.

Mecellose PMC 3 US tirpimo trukmės įtaka mišinio pH ir klampumo tarpusavio priklausomybė pateikiama 4.5 paveiksle [50].



4.5 pav. Mecellose įmaišos tirpimo greičio ir klampumo priklausomybė nuo pH rodiklio

Šarmai EM turi įtakos tirpumui vandenyje. Kai pH = 9, ištirpsta per 1–2 min. Žymiai pilniau vyksta cemento hidratacija, padidėja tempimo stipris iki 5 MPa., apsaugo paruoštą mišinį nuo stambesniųjų dalelių sedimentacijos. Užteptas mišinio sluoksnis 20–30 min dar yra plastiškas ir pakankamai klampus. Portlandcemenčio hidratacija vyksta nuosekliai, stiprumas yra žymiai didesnis, negu be įmaišos. Statybinių mišinių gamybai naudojama mecellose nuo 15 000 iki 35 000 MPa·s klampumo (pagal Brukfeldą – 2 % vandeniniame tirpale). Naudojama įvairių sausųjų mišinių gamybai. Galima naudoti mišiniuose ir didesnius kiekius, jei tai ekonomiškai tikslinga. Kai kurios atmainos nekeičia savybių iki +120 °C temperatūros, tačiau gali sutirštėti esant aukštesnei už normalią aplinkos temperatūrą. Plačiausiai naudojama mecellose: FMC 60150, PMC 15US, FMC 2051, FMC 2070, FMC 22501, FMC 22502, EMB 30 US, FMC 23007, FMC 2074, FMC 2054, PMC 50 UF, PMC 50 UC, FMC 7117, FMC 7150 markių. Ženklinimo raidės FM reiškia, kad produktas yra modifikuotas. Nemodifikuota metilceliuliozė žymima – MC; metilhidroksilpropilceliuliozė – PM; metilhidrosiletilceliuliozė – EM [50].

Mecellose produktai yra stabilūs esant pH 3–12, normalioje temperatūroje. Aukštesnės temperatūros vandenyje, neviršijančios +120 °C, susidaro gelinė struktūra, o atvėsus tirpalui klampumas sumažėja ir gelis išnyksta (atvirkštinė koaguliacija).

Vandens atskyrimą mažinančios įmaišos sudaro didžiausią dalį sausojo mišinio vertės, todėl rekomenduojama naudoti minimalų jų kiekį. Kiekviena celiuliozės eterius gaminanti firma savo produktus ženklina firmos ženklu, todėl įmaišų pavadinimai yra skirtingi, nors produktų savybės panašios. Pateikiame Samsung Fine Chemicals firmos metilceliuliozės produktų panaudojimą sausuose įvairios paskirties mišiniuose.

Tolygiai pasiskirčiusi įmaiša ant rišančiosios medžiagos dalelių sukaupia vandenį, kuris reguoja su rišančiąja medžiaga ir pagreitina jos hidrataciją. Be to, mišiniui yra sunaudojama mažiau vandens, t. y. sumažėja v/c santykis, todėl padidėja sukietėjusio akmens stiprumas. Mecellose efektyviausias naudojimas pateikiamas 5 priede [50].

MC – metilceliuliozė; EM – metilhidroksietilceliuliozė; PM – metilhidroksipropilceliuliozė; FM – modifikuota MECELLOSE; A, B, C, H – eterifikacijos laipsnis (aukščiausias, vidutinis, žemas, labai aukštas), kurį markės žymenyje nurodo ne visos celiuliozės eterius gaminančios firmos. Pavyzdžiui, Samsung firma eterifikacijos laipsnio markės žymenį nenurodo.

BERMOCOLL (Akzo Nobel, Švedija) – modifikuota nejoninis, neutralus, gerai vandenyje tirpstantis celiuliozės eteris naudojamas kaip vandenį sulaikanti ir didinanti mišinio klojimą įmaiša.

Cementiniams mišiniams tinkamiausios yra M30; ML 31; E 511X; ir naujausios – E 230 FQ; CCA 342; CCA 425; CCA 662 [42].

Bermocoll 30, ML 31 – vidutinio klampumo (pagal Brookfeldą LV 1 % skiedinio – $3,200 \pm 500$ mPa·s) modifikuotos metilhidroksietilceliuliozės, baltos spalvos milteliai, kurių dalelių dydis mažesnis 600 μm. Padidina slankumą, vandens sulaikymą ir adheziją. Tinkamiausias kiekis 0,3–0,7 % sauso mišinio masės. Naudojama cementinių plytelių klijų, užteptų ir remontinių mišinių gamybai [42].

Bermocoll E 230 – nedidelio klampumo (pagal Brookfeldą LV 1 % skiedinio – 300 ± 60 mPa·s) baltos spalvos miltelių, kurių dalelių dydis mažiau 425 μm, disperguojanti ir stabilizuojanti vandenį sulaikanti etilhidroksietilceliuliozė. Tinkamiausias kiekis 0,4–0,8 % (mišinio masės) yra savaime išsilyginantiems cementiniams ir gipsiniams mišiniams.

Gipsiniams mišiniams tinkamiausios – E 230; CCA 328; CCA 342; CCA 379; CCA 425; CCA 470; CCA 698.

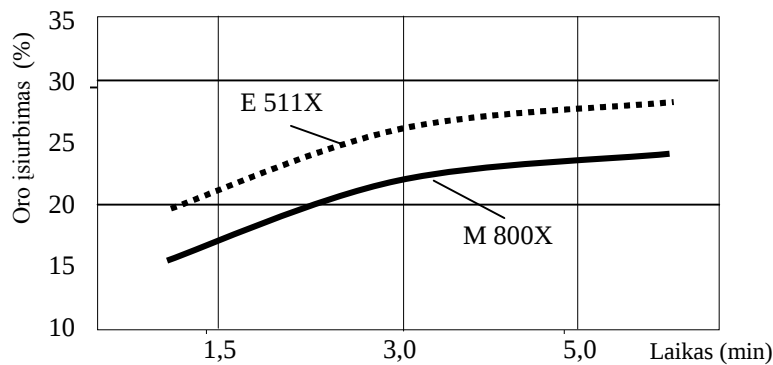
Modifikuotosios Bermocall CCA markių yra kintamų reologinių savybių įmaišos. Bermocoll CCA 425 – didelio klampumo (pagal Brookfeldą LV 1 % skiedinio – 7200 ± 1000 mPa·s) baltos spalvos mažo smulkumo (dalelių dydis mažesnis už $300 \mu\text{m}$) tinkama klijuojančių ir tinkavimui naudojamų cementinių mišinių gamybai. Optimalus kiekis mišinyje 0,2–0,7 % nuo sausų medžiagų masės.

Bermocoll CCA 328, 379, 698 – labai klampios (pagal Brookfeldą LV 1 % skiedinio – $6000\text{--}7000 \pm 1000$ mPa·s), o 470 – mažo klampumo (pagal Brookfeldą LV 1 % skiedinio – 2800 ± 500 mPa·s), mažo smulkumo (dalelių dydis mažesnis už $300 \mu\text{m}$) produktai tinkamiausi rankinio ir mechanizuoto klojimo tinko gipsiniams mišiniams.

Bermocoll CCA tipo įmaiša sulaiko ne tik vandenį mišinyje bet ir smulkius oro burbulėlius, kurių atsiradimas didina mišinio klojamumą, tai svarbu apdailos mišiniams. Oro padidintas įsiurbimas sumažina mišinio sukibimą su pagrindu. Adgeziją galima padidinti įdėjus redisperguojančių miltelių. Taigi redisperguojančioji įmaiša didina sankabumą, o celiuliozė – klojamumą. Bermocoll CCA dėl oro įsiurbimo sumažina apie 10 % sukiėtėjusio mišinio tankį. Tai suteikia įmaišai ekonomiškumą, nes tinko mišiniai yra pigesni ir mažiau laidūs šilumai [44].

Naujausios yra BERMOCOLL M 800X. Tai naujos kartos metilceliuliozės įmaiša. Tai unikali pagerintų savybių metilinių ir etilinių grupių sulaikanti vandenį įmaiša tinkamiausia cementinimams mišiniams. Kitos markės yra universalesnės: tai CCM 825 – mažai modifikuota pagerintų savybių, tinkamiausia tinko mišinių ir plytelių klijų su cementiniu ir gipsiniu rišikliu mišinių gamybai. CCM 800 vidutinė modifikacijos, naudojama tik su gipsiniais rišikliais. CCM 899 daugiau modifikuota turinti disperguojančiųjų savybių įmaiša, tinkamiausia tik gipsiniams rišikliams. CCM 879 – labai stipriai modifikuota, labai gerai sulaiko vandenį. Tinka gipsinių mišinių gamybai. Yra nustatyti palyginamieji vandens sulaikymo rodikliai, naudojant skirtingų markių bermocoll įmaišas [44].

Bermocoll M 800X savybės yra išskirtinės dėl metilinių ir etilinių grupių specialios struktūros. Ši įmaiša tinkamiausia cementiniams mišiniams, tačiau gali būti naudojama ir gipsiniams mišiniams. Kadangi yra ne tik vandenį sulaikanti, bet ir orą įsiurbianti. 4.6 paveiksle pateikiami palyginamieji oro įsiurbimo kiekiai su skirtingų modifikacijų bermocall įmaišomis [44].



4.6 pav. Oro burbulėlių įsiurbimas maišant mišinį pastoviu greičiu mikseriniame maišytuve. Įmaišų Bermocoll klampumas – 11000 mPa·s, kiekis mišinyje 0,2–0,4 %

Bermocoll įmaiša:

- padidina mišinio konsistenciją–pasklidimą;
- leidžia kontroliuoti oro įsiurbimo kiekį;
- sumažėja tankis;
- sulaiko pakankamą vandens kiekį;
- suardo susidariusius flokulus, padidėja mišinio elastingumas.

Įmonė „Herkules Ink.“ (JAV) 2007 metais pateikė naujų modifikacijų celiuliozės eterius šių pavadinimų: Culminal, Combizel (MC, MHPC, MHEC), Natrosol (HEC), Blanose (KMC).

Culminal (Akvalon – JAV) – sudėtingos modifikacijos naujo tipo celiuliozės eterinė vandenį sulaikanti įmaiša, pasirodžiusi rinkoje 2007 metų pabaigoje. Sausųjų mišinių gamybos naudojama šių markių: Culminal S 6501 PF, Culminal S 2509 PF, Culminal C 9155, Culminal 9157, naujausi produktai – Culminal C 8491, Culminal C 8704 ir Combizell HK.

Lyginant su kitomis celiuliozės eterių įmaišomis Culminal produktai pasižymi tam tikromis išskirtinėmis savybėmis [49]:

- pagreitinta cemento rišimosi trukmė, tačiau mažesne įtaka portlandcemenčio hidratacijos greičiui.;
- pagreintu cementinių mišinių stiprumo didėjimą;
- pasižymi įmaišos vienosdesniu pasiskirstymu gipsiniuose mechanizuoto užtepimo tinko mišiniuose,
- dideliu paruoštų mišinių savybių stabilumu juos sumaišius.

Culminal S įmaišos tinkamiausios keraminių plytelių standartinių (EN 12004) klijų gamybai. Culminal S 6501, klampumas 59000 MPa·s, cemento rišimosi trukmė sutrumpėja 25–35 %, nežymiai reaguoja į mišinio temperatūros pasikeitimą, sumaišius su vandeniu

naudojimo trukmė 30 min. Vandens ir kietosios fazės santykis – 0,24. Panašių savybių yra ir Culminal S 2509 PF įmaiša, bet mažesnio klampumo – 25000 MPa·s. Nenaudojami šių markių įmaišos redisperguojančiosios įmaišos.

Culminal C (Culminal C 9155; Culminal C 9157) tipo įmaišos yra didesnio klampumo ir naudotinos klijams gaminti, kuriems be adgezinio sukibimo dar reikalaujama ir atitinkamas atsparumas šalčiui arba atsparumas karščiui.

Mišiniams su gipsinėmis rišančiosiomis medžiagomis tinka naudoti Culminal C 8491 (klampumas 65000 MPa·s) rankinio tinkavimo mišiniams. Įmaiša sulaiko daug vandens, todėl paruoštą mišinį galima ekonomiškai kloti, t. y. tinkuoti plonu sluoksniu. Nereikia dėti kitų įmaišų: krakmolo eterio, molio, tuo sumažinant gamybos sąnaudas. Culminal C 8704 (klampumas 35000 MPa·s) taip naudojama gipsinių aukštos kokybės rankinio ar mechanizuoto klojimo mišiniams gaminti. Įmaiša gerai tirpsta vandenyje ir puikiai išsklaido ir disperguoja mišinio gumulus. Mišinys gerai limpa prie pagrindo ir plonu sluoksniu sklinda tinkuojamame paviršiuje.

Integral Waterproof (Anglija) – vandenį sulaikanti šarminė įmaiša, neturinti armatūros koroziją sukeliančių dalių. Įmaiša pastovios koncentracijos skystis. Sukietėjus betonui ar skiediniui neišsiskiria įmaišinių dėmių, druskų nuosėdų. Gerai tirpsta vandenyje, padidina sukietėjusio betono stiprį ir sumažina vandens pralaidumą. Netinka naudoti su kitais skystikliais. Tinkamiausias mūro ir tinko mišiniams. Naudojamas vandeniui nelaidaus tinko gamybai. Naudojama betono ir skiedinio mišiniuose, įdedant apie 0,5 l/ 50 kg cemento sukibimą (adheziją) su užpildais, mišinio plastiškumą ir tempiamąjį stipumą. Tai dispersija sudaryta iš viniloacetato, akliatų ir versatų. Naudojama cementiniuose ir gipsiniuose mišiniuose ir betonuose kaip vandenį sulaikanti, atsparumą vandeniui ir atmosferos poveikiams didinanti įmaiša. Dedama 0,5–5 % nuo rišančiosios medžiagos masės. Didžiausias kiekis žymiai padidina mišinių plastiškumą. Plačiausiai naudojama sausųjų mišinių gamyboje. Naudojant įvertinama minimali plėvelės ant rišančiosios medžiagos susidarymo temperatūra (MFT), kuriai esant įmaiša veikli. Naudojama įvairių markių: *Neolith NP50* (MFT: 18°C); *Neolith P3000N* (MFT: 14°C); *Neolith P3500* (MFT: 5°C), *Neolith 5000* (MFT: 4°C); *Neolith P6000* (MFT: 0°C); *Neolith P4400* (MFT: 5°C) ir kitų markių [46].

Sikament FF – vandenį sulaikanti ir plastifikuojanti įmaiša. Tai melamino formaldehido sulfonatas – rudos spalvos, 1,23 g/cm³ tankio, pH 9±1 skystis. Sulaiko daugiau kaip 20 % vandens, po 8 h kietėjimo jau padidėja stiprumas, o kietėjusio 28 paras betono stiprumas padidėja daugiau 40 %. Įmaiša didina sukietėjusio mišinio atsparumą šalčiui ir mažina vandens pralaidumą. Kaip plastiklis padidina mišinio slankumą, nedidinant vandens kiekio,

mišinys neišsisluoksniuoja, nesikeičia cemento rišimosi trukmė padidinus įmaišos kiekį. Dedama 0,6–3,0 % nuo cemento masės. Įmaišos kiekis yra tikslinamas, įvertinant cemento ir užpildų savybes, pagaminant bandomuosius mišinius. Maišymo trukmė su priedu neturi viršyti vienos minutės kubiniam metrui. Naudojama betoninių ir gelžbetoninių su išankstinio įtempimo armatūra dirbinių gamybai [51].

4.2. Skystikliai/plastikliai

Tai – įmaišos, kurias įdėjus, nekeičiant konsistencijos, galima sumažinti vandens kiekį daugiau 5 % mišinyje, arba nekeičiant vandens kiekio, padidinti mišinio slankumą/sklidumą, arba gauti abu rezultatus kartu. Sukietėjusio mišinio stiprumas po 7 ir 28 parų padidėja daugiau 110 % palyginus su kontroliniais bandiniais. Dažnai naudojami gamyboje skystikliai.

FEBMIX DH – miltelinis plastiklis, šviesiai rusvos spalvos, gerai tirpsta vandenyje. Naudojamas su visų rūšių cementais. Tinka naudoti skiediniuose vietoj kalkių ir sausuose dispersiniuose mūro ir tinko mišiniuose. Maišymo metu įtraukia orą, didėja slankumas ir atsparumas šalčiui. Dozuojama 20 g/50 kg cemento arba 40 g/50 kg cemento kiekio. Mišinio konsistencija priklauso nuo užpildų stambumo, todėl galima atlikti bandomuosius mišinius su plastikliu ir nustatyti optimalų plastiklio kiekį.

Castament FS 20 – plastiklis karščiui atsparių mišiniams. Įmaiša yra polikarbonatinių rūgščių eteriai. Pagrindinis šio plastiklio veikimas pasireiškia elektrostatine stabilizacija. Castament įmaiša turinti neigiamą elektrinį krūvį pritraukiama cemento dalelės turinčios teigiamąjį krūvį. Tokiu būdu, dalelių paviršius tampa neigiamojo krūvio, kas sudaro tarpusavio atstūmimą. Vanduo, naudojamas skiedinio paruošimui, suvilgo cemento daleles ir padaro slankų skiedinį, tačiau cemento dalelių paviršius greitai pasidengia naujais hidratacijos junginiais, paviršius praranda neigiamąjį krūvį ir slankumas sumažėja. Polikarboksilatinė Castament FS 20 yra elektrinį krūvį stabilizuojanti įmaiša, tai jos specifinė savybė, nes ji struktūroje turi anionines grandis didinančias adsorbciją ant cemento dalelių. Dėl šios savybės gerai vyksta portlandcemenčio arba aliuminatinio cemento dispergavimo ir deflokuliacijos procesai ir mišinys dėl hidratacijos nepraranda slankumo tam tikrą laiką [34].

Karščiui atspariuose mišiniuose cemento dedama palyginti nedidelis kiekis, tačiau Castament FS 20 plastifikuoja ir kitus mišinio komponentus. Vandens kiekį ruošiant skiedinį galima sumažinti iki 17 %. Vandens kiekio sumažėjimas skiedinyje padidina temperatūrinį sukietinto mišinio patvarumą.

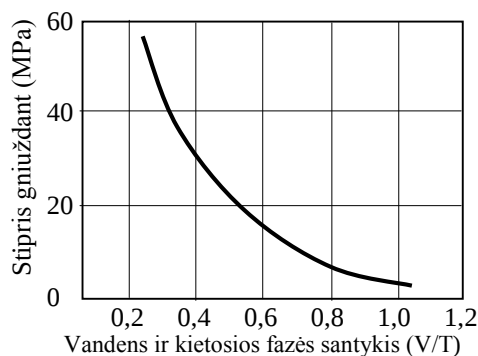
4.3. Superskystikliai/superplastikliai

Tai – įmaišos, kurias įdėjus nekeičiant konsistencijos galima gerokai sumažinti vandens kiekį (daugiau 12 %) mišinyje arba nekeičiant vandens kiekio gerokai padidinti sukietėjusio mišinio slankumą/sklidumą, arba gauti abu rezultatus kartu. Sukietėjusio mišinio stiprumas gniuždant po vienos paros kietėjimo yra didesnis 140 %, o po 28 parų bandomojo mišinio stiprumas didesnis 115 %, palyginti su kontroliniu mišiniu. Kai v/c santykis toks pats, sklidumas padidėja daugiau 120 mm., palyginti su pradiniu (30 ± 10 mm). Po 30 min. nuo įmaišos įdėjimo bandomojo mišinio sklidumas turi atitikti pradinės kontrolinio mišinio sklidumo lygio. Praktikoje naudojamos įmaišos.

MELMENT F10 ir **MELMENT F17 G** – baltos spalvos melamino sulforūgšties ir formaldehido kondensacijos milteliai 450–750 g/l piltinio tankio. MELMENT F10 skiriamas cementiniams mišiniams, pH = 9–11,4. Dozuojama 0,2–1,5 % cemento masės. Plastiklis padidina skiedinio mišinių slankumą keletą kartų (6–8), mechaninį stiprumą gniuždant, mišiniai neišsisluoksniuoja. Plastiklio veikimas trunka 40–50 min. – priklausomai nuo cemento rūšies ir jo kiekio mišinyje. Vėliau pagamintas mišinys praranda savo pirmąsį slankumą, tampa standus, todėl naudojamas ten kur gamybos technologija leidžia suformuoti gaminius. Superplastiklis naudojamas labai įvairių mišinių gamybai: stambiagrūdžiams ir smulkiagrūdžiams betonams, savaime išsilyginantiems grindų mišiniams, įvairiems klįjuojantiems skiediniams.

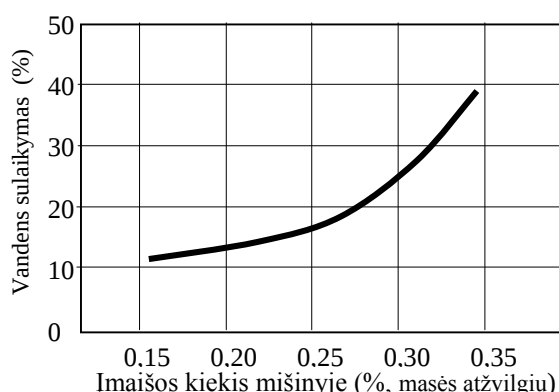
Kitas superplastiklis MELMENT F 15G skirtas specialiai gipsiniams mišiniams gaminti. pH = 7–10. Dozuojama 0,2–2,0 %. Gipsiniai mišiniai naudojami savaime išsilyginančių mišinių gamybai. Gaminami tokie mišiniai greitai rišasi ir kietėja ir pasiekia didelį ankstyvąjį stiprumą gniuždant. Padidėja mišinio sumaišyto su vandeniu slankumas. Superplastiklių MELMENT įtaka priklauso nuo įmaišos kiekio mišinyje.

Sukietėjusio gipsinio mišinio stiprumas su MELMENT įmaiša priklauso nuo vandens kiekio įpildo ruošiant mišinį, todėl būtina tiksliai laikytis ant mišinio pakuotės žymėjimų nurodytų reikalavimų [43]. Savaime išsilyginančio gipsinio mišinio vandens kiekio įtaka stiprumui gniuždant pateikiama 4.7 paveiksle.



4.7 pav. Vandens ir kietosios fazės įtaka stiprumui, kai mišinys paruoštas su MELMENT įmaišomis

Superplastiklis MELMENT, įdėjus optimalių kiekį atlieka ir vandens sulaikymą iki 20 %. Vandens sulaikymo dydis priklauso nuo įmaišos kiekio gipsiniame mišinyje. Vandens sulaikymas priklausomai nuo įmaišos kiekio pateikiamas 4.8 paveiksle [43].



4.8 pav. Įmaišos MELMENT F 17G kiekio įtaka vandens sulaikymui mišinyje.

Melflux 1641 F – polietilkarboksilatinis plastiklis, gelsvos spalvos milteliai, gerai tirpstantys vandenyje, piltinis tankis – 400–600 kg/m³, pH = 6,5–8,5, neturintis įtakos cemento rišimuisi ir hidratacijai. Optimalus įmaišos kiekis sausųjų mišinių sudėtyje – 0,05–1,5 %, nuo rišančiosios medžiagos masės. Gali būti naudojamas su cemento rišimosi lėtintojais: citrinos ar vyno rūgštimis. dar vadinami giperplastikliais leidžia sumažinti vandens kiekį mišiniuose daugiau 30 %, be to gniuždymo stiprumas, įdėjus 0,2 % nuo cemento masės, padidėja po dviejų parų kietėjimo daugiau dviejų kartų. Šie plastikliai išsklaido ant cemento dalelių susikaupusius statinius elektros krūvius, disperguoja ir deflokuliuoja bei stabilizuoja cemento daleles mišinyje. Sumažinus vandens kiekį mišinyje 30–40 % pagaminamas tokio paties slankumo mišinys. Sumažėja ir susitraukimo deformacijos sukietėjusiame mišinyje,

lyginant su mišiniu be plastiklio. Rekomenduojamas naudoti kaip stipriai plastifikuojanti įmaiša su visų rūšių cementais.

Melflux 2641 F – miltelinis gelsvos spalvos plastiklis, gautas iš modifikuotų polietilkarboksilato. Piltinis tankis – $350\text{--}600\text{ kg/m}^3$. Savo savybėmis panašus į melflux 1641 F, tačiau turi išskirtinių savybių: daugiau negu melflux 1641 F sumažina sukietėjusio skiedinio savaiminį susitraukimą, daugiau padidina ankstyvąjį stiprumą. Optimalus įdedamas kiekis – $0,05\text{--}0,5\%$, nuo rišančiosios medžiagos masės [51]. Panašus savo savybėmis yra ir melflux 2651 F. Abiejų markių įmaišos tinka naudoti tik kaip hiperplastikliai su portlandcemenčiu.

Melflux PP 100 F ir **melflux PP 200 F** – milteliniai labai efektyvūs modifikuotų polietilengliukolių hiperplastikliai, mažinantys sukietėjusio mišinio susitraukimo deformacijas. Optimalus kiekis savaime išsilyginančiuose mišiniuose $0,05\text{--}0,5\%$ nuo aluminatinio arba atskirais atvejais ir portlandcemenčio kiekio.

REBAment FM (FM) – labai efektyvus melamininis baltos spalvos $0,65\text{--}0,85\text{ g/cm}^3$ piltinio tankio miltelinis superskystiklis $pH \approx 7,5$. Naudojamas tankiųjų betonų ir skiedinių gamybai. Didina gniuždomąjį stiprumą ir mišinių technologiškumą. Išskaido ant cemento dalelių susidariusius statinius elektros krūvius, išskaido susidariusius cemento flokulus. Efektyvus veikimo trukmė betono arba skiedinio mišinyje – $30\text{--}60\text{ min.}$ nuo sumaišymo su vandeniu. Dedama $0,5\text{--}2\%$ nuo cemento masės.

POZZOLITH SP3 – modifikuoti lignosulfonatai, rusvos spalvos milteliai. Padidina betono mišinio slankumą ir oro įsiurbimą, bet lėtina cemento hidrolizę ir hidrataciją, todėl yra dedama rišimasi greitinančių įmaišų – kalcio formiato. Įmaiša didina užpildų kogezią su cemento tešla. Dozuojama $0,25\%$ ($0,125\text{ l/50 kg}$ cemento) cemento masės. Šis plastiklis sumažina vandens įmirklį, pagerina betono mechanines savybes ir atsparumą šalčiui $1,18\text{ g/l}$ tankio. Pastaruoju metu PERSTORP (Švedija) įmonė gamina labai efektyvaus veikimo plastiklius (vadinamus hiperplastikliais) PERAMIN.

PERAMIN tipo įmaišos pasižymi išskirtine, lyginant su kitais superplastikliais, polimerų struktūra, kuri remiasi steriniu efektu, dėka šio sumažėja vidinė trintis tarp mišinio dispersinių sudėtinių dalių. Įmaišos lengvai pasiskirsto dėl disperguojančių savybių tarp mišinio sudėtinių komponentų, susidaro vienalytės sudėties produktą.

PERAMIN įmaišos lėtina cementinių rišiklių rišimąsi, tačiau minimalus įmaišos kiekis mažai įtakoja rišimuisi. Įmaišos PERAMIN yra termostabilios. Išskirtinės PERAMIN SRA markės įmaiša suamžina sukietėjusio mišinio susitraukimo deformacijas iki 50% . PERAMIN SMF 10 – be slankumo padidinimo, gerai disperguoja smulkias daleles sudarydama

nesegreguotą vienalytį nesisluoksniuojantį mišinį, padidina ankstyvąjį ir ribinį stiprumą. PERAMIN SMF 30 – gerai disperguoja cemento, pucolanų, gipsinius rišiklius bei smulkiąsias užpildo daleles, greitai ištipsta, todėl labai efektyvus superplastiklis. PERAMIN SMF 30 dėl greito stiprumo padidėjimo, savaiminio susitraukimo deformacijų sumažinimo ir galimybių naudoti su kitomis miltelinėmis (redispersuojančiomis, greitinančiomis arba lėtinančiomis rišimasi ir kietėjimą) įmaišomis yra naudojamas įvairios paskirties mišiniuose. PERAMIN–COMPAC 149S dėl išskirtinės cheminės sudėties, didelio tūrinio terminio stabilumo, stipraus dispergavimo efekto ir slankumo padidėjimo (gaunami lieti mišiniai) bei galimybės naudoti su kitomis įmaišomis turi platų taikymą įvairios paskirties mišiniuose [38].

Sika ViscoCrete 105 P – efektyvus modifikuotas karboksilatinis baltos spalvos miltelių pavidalo superplastiklis, mišiniuose sulaukantis vandens, stipriai didinantis jų slankumą (iki 30 % galima sumažinti vandens kiekį), optimalios kohezijos ir suteikiantis savaiminio sutankėjimo savybę. Optimalus įmaišos kiekis (0,05–0,30 % pagal masę) padidina ankstyvąjį sukietėjusio mišinio stiprumą, sumažina savaiminio susitraukimo ir valkšnumo deformacijas bei karbonizaciją. Naudojami ir kitų markių plastikliai Sika ViscoCrete 106 P – išskirtinės savybės yra žymėsnis stiprumo padidėjimas, lėtesnė absorbuoja ant cemento dalelių, $pH = 3,8–4,8$; optimalus kiekis 0,05–0,5 % (mišinio masės); Sika ViscoCrete 111 VP – vidutinis absorbcijos greitis ant cemento dalelių, žymiai sulėtina cemento rišimąsi, $pH = 3,8–4,8$; optimalus kiekis 0,05–0,5 % (mišinio masės); Sika ViscoCrete 120 VP – žymiai pagreitina cemento rišimąsi, todėl nereikia naudoti stabilizuojančių įmaišų, padidina ankstyvąjį stiprumą, $pH = 3,8–4,8$; optimalus kiekis 0,05–0,5 % (mišinio masės); Sika ViscoCrete 125 VP – vidutinis absorbcijos greitis ir vidutinis cemento rišimosi lėtinimas, $pH = 3,8–4,8$; optimalus kiekis 0,05–0,5 % (mišinio masės). Šie hiperplastikliai savo savybėmis yra panašūs, tačiau yra skirtingas jų veikimo trukmė, juos sumaišius su vandeniu, todėl naudojant mišiniuose būtina nurodyti vartotojams [51].

Sika ViscoCrete 20HE – giperplastiklis rudos spalvos bechlorinė 1,08 g/cm³ tankio įmaiša, tenkinanti EN 934-2 standartą, leidžianti sumažinti iki 30–40 % apskaičiuoto vandens kiekio skiedinio mišinyje. Netoksiška. $pH \approx 4,5$. Veikimo trukmė – 20–40 min priklausomai nuo aplinkos temperatūros ir cemento rūšies. Įmaiša sumažina cementinio akmens aktyumą, vandens pralaidumą ir įgėrį, cemento kiekį mišiniuose, padidina vandens sulaikymą, mišinio slankumą, ankstyvąjį ir klasinį stiprumą, ilgaamžiškumą. Dedama 0,2–1,4 % nuo cemento masės. Norint padidinti oro sulaikymą mišinyje būtina riboti maišymo trukmę su vandeniu. Rekomenduojama maišymo trukmė 60 s/m³ [51].

REBAment BV 10 – tai melsvas su rusvu atspalviu miltelių pavidalo $0,75 \text{ kg/m}^3$ tankio įmaiša. Ji palengvina tolygų cemento išmaišymą skiedinio mišinyje, pagerina mišinio slankumą. Dozuojama 0,15–0,50 % cemento masės. Galima naudoti mišiniuose su kitomis įmaišomis. Šis plastiklis sumažina vandens įmirkį, pagerina sukietėjusio mišinio mechanines savybes ir atsparumą agresyviems poveikiams.

REBAment FM 32 (FM) superplastiklis. Efektyvus veikimo trukmė skiedinio mišinyje – 45–60 min. nuo sumaišymo su vandeniu. Dedama į mišinius šio plastiklio 0,8–1,5 % nuo cemento masės.

REBAflow 201 (FM) – baltos spalvos melamino kondensacijos milteliai $0,45\text{--}0,75 \text{ g/cm}^3$ piltinio tankio, $pH = 7\text{--}9,4$. Dozuojama 0,5–1,5 % cemento masės. Plastiklis padidina skiedinio mišinių slankumą keliatą kartų (8–11), mechaninį stiprumą gniuždant, mišiniai neišsisluoksniuoja. Didina mišinių slankumą, paviršinį atsparumą šalčiui ir cheminėms medžiagoms. Plastiklio veikimas trunka 40–60 min. – priklausomai nuo cemento rūšies ir jo kiekio mišinyje. Naudojamas sausųjų mišinių ir skiedinio mišinių gamybai.

REBAplast BV – tai melsvas su rusvu atspalviu miltelinė efektyvi $1,01\text{--}1,2 \text{ g/cm}^3$ tankio įmaiša, skirta mišiniams kurie formuojami karšti, esant žemai aplinkos temperatūrai. Ji palengvina tolygų cemento išmaišymą mišinyje, pagerina mišinio slankumą ir neleidžia išplaukti cemento pienui į paviršių. Dozuojama 0,15–0,25 % nuo cemento masės.

Optimalus įmaišos kiekis 0,30–0,60 % gipso masės. Palyginus superplastiklių veikimo efektyvumą su plastiklių efektyvumu pagal vandens kiekio sumažinimą (normalaus tirštumo tešlai) galima teigti, kad superplastikliai yra žymiai efektyvesni už paprastus plastiklius. Be to superplastikliai žymiai mažiau lėtina cemento rišimąsi ir kietėjimą [45].

4.4. Redisperguojančios įmaišos

Redisperguojantieji polimero latekso milteliai sudaro ant mineralinių medžiagų matricos polimerinę standžią arba elastingą plėvelę. Padidėja mišinio dalelių sukibimas, sumažina aktyvumą, yra *papildoma* rišamoji medžiaga, nekeičianti pagrindinių rišančiųjų medžiagų (cemento, gipso) hidratacijos greičio [31].

Redisperguojančiųjų įmaišų pagrindinės savybės:

- adgezija, standžios arba elastingos plėvelės susidarymas;
- atsparumas šarmams, geras maišymasis su cementais; minimali įmaišinės plėvelės ant medžiagų grūdelių susidarymo temperatūra;
- greitas mišinių dalelių redispergavimas;

- gebėjimas maišytis su plastikiais ir kitomis įmaišomis.

Kietėjant portlandcementui susidariusi jo struktūra nėra absoliučiai tanki. Net stiklas turi iki 0,5 % tuštymių. Realiose sukietėjusio cementinio akmens kristaliniuose tinkleliuose yra struktūros defektų ir pažeidimų, susidaro mikroporos ir tuštymės. Jos sudaro skirtumą tarp idealios ir realios medžiagos fizikinių ir mechaninių savybių reikšmių. Tradiciniai sukietėję statybiniai mišiniai yra pervarstyti įvairiomis poromis, kapiliarais ir mikroplyšiais. Daugeliu atvejų šios tuštymės tarp savęs susijungia tokiais pat kapiliarais ir mikroplyšiais. Visi jie sudaro tam tikrą erdvę tarp kietųjų grūdelių, kurios viena su kita būna susijungę ir sudaro savotišką skeleto formos karkasą.

Įdėjus vandenyje tirpių stambiamolekulių organinių junginių redisperguojančių polimerų pagrindu įmaišų: stireno akrilato, latekso ir kitų pagerina sukietėjusio skiedinio struktūrą ir savybes. Polimerinės įmaišos iš dalies esti ir kaip rišamoji medžiaga. Cementas kietėja kaip visuomet, jungdamasis su vandeniu ir sudarydamas cementinį akmenį, o susikaupę polimerai susidariusios struktūros porų ir kapiliarų sienelės padengia tankia geros adhezijos ir sankabumo su cementiniu akmeniu bei smėlio užpildo plėvele, padidėja tankis, ir toks sukietėjęs skiedinys tampa atsparesnis įvairiems poveikiams [19]. Už įprastinį tik cementinį sukietėjusį mišinį yra stipresnis, atsparesnis aplinkos poveikiui: padidėja atsparumas šalčiui, dilimui, mažiau praleidžia vandens, ne toks trapus, bet brangesnis. Stirolo akrilatai gerai tirpsta vandenyje, lengvai kopolimerizuojasi ir modifikuojasi. Stirolo akrilatai turi apie 25–30 % sausojo stireno. Savybės priklauso nuo polimerizacijos laipsnio ir modifikatorių priedo.

Sumaišius mišinyje esančias redisperguojančias įmaišas su vandeniu jos tampa klijuojančia polimerine dispersija, kuri sukietėjusiame mišinyje sudaro „guminius tiltelius“ tuštymėse, porose, kapiliaruose apie cemento ir užpildo dalelių. Esminę įtaką polimerų turinčios redisperguojančios įmaišos turi sukietėjusio skiedinio struktūrai ir savybėms. Toks sukietėjęs mišinys yra pakankamai stiprus atplėšimui nuo pagrindo ir elastingas, tuštymės, poros ir kapiliarai užpildyti polimerine medžiaga.

Daugeliu atvejų cementiniams mišiniams būtinas ne tik pakankamas gniuždomasis stiprumas, bet ir pakankamas atplėšimo (sukibimo su pagrindu) stiprumas eksploatacijos metu. Mišiniai su mineralinėms rišančiomis medžiagomis sugeba pasiekti pakankamą sukibimo stiprumą tik su betonu, plytomis, bet blogai sukimba su glazūruotos keramikos plytelėmis, putų polistireno plokštėmis, metalo dirbiniais. Redisperguojančios įmaišos žymiai pagerina mišinio sukibimo adheziją. Išorinio tinko ir glaistymo mišiniai, ypač cokolinei pastato ar statinio daliai, vandenį izoliuojantys, savaime išsilyginantys, elastingieji armuotieji

plytelių klijų mišiniai gaminami su redisperguojančiomis ir vandenį sulaikančiomis celiuliozės eterių įmaišomis. Tokiems mišiniams svarbi kokybės charakteristika yra polimerinės plėvelės susidarymo minimali temperatūra ir jos polimerizacijos temperatūra. Minimali polimerinės plėvelės susidarymo temperatūra – temperatūra kurioje polimerinės dalelės dar yra pakankamai slankios, galinčios tekėti ir sudaryti apie mineralinę dalelę gaubiančiąją vienalytę plėvelę. Polimerizacijos temperatūra – temperatūra kuriai esant ant mineralinės dalelės polimerinė plėvelė iš plastiškos būsenos pereina standesnę stiklėjančią (T_g) [30]. Kuo redisperguojančiųjų įmaišų plėvelės susidarymo temperatūra žemesnė, tuo pagamintus mišinius galime naudoti platesniame temperatūrų diapozone, nesikeičiant mišinių savybėms.

Gaminant dekoratyviniam tinkui mišinius dažnai susiduriama su įvairiomis tinko sluoksnio užtepimo ir baigiamojo sluoksnio technologinėmis problemomis; sukiėtėjęs mišinys supleišėja, arba atsiranda pakankamai įvairios formos ir pločio plyšių eksploatacijos metu. Naudojant modifikuotus dekoratyvinio tinko mišinius galima lengvai pakeisti arba pašalinti tokius defektus, naudojant mišinius su redisperguojančiomis įmaišomis, kurios padidina mišinio adgezinį sukibimą su pagrindu, atstumia difunduojantį vandenį į dekoratyvinį sluoksnį ir padidina atsparumą šalčiui. Pavyzdžiui, Neolith P 6000, redisperguojanti įmaiša padidina mišinio klojingumą, technologiškumą, o metilceliuliozės eteriai sukaupia tam tikrą vandens kiekį, celiuliozės plaušai Technocel arba Ricem panaikina pleišėjimą [19].

Redisperguojančias įmaišas gamina daugelis firmų. Atskirų gamyklų su skirtingais prekiniais ženklais pažymėtų pagamintų redisperguojančių įmaišų palyginamieji pagrindiniai savybių rodikliai ir markių ženklinimas pateikiami 4.2 lentelėje. Šioje lentelėje pateiktos Europos šalių sausųjų mišinių gamyklose plačiausiai naudojamos redisperguojančios įmaišos. Daugiausia gaminama Wacker firmoje (Vokietija) Winnapas įvairios naudojimo paskirties įmaišų [45, 47, 52].

4.2 lentelė. Redisperguojančių įmaišų, pagamintų įvairiose firmose, markių ir savybių palyginamas.

Įmaišos pagrindinė savybė	Firmos ir markės pavadinimas							
	DCC Dairen	Wacker Winnapas	Rhodia Rhoxima t	Dow DLP	Elotex NSC	Celanese Miwolith	BASF Acronal	Samsun g Neolith
Universalumas	DA1210	5010 N 7034 N	PAV22	DLP200 0 DLP210		50E100	DM114 1P DM207 2P	P 3300 P 3000 N P 3500
Tiksotropišku mas	DA1130	5021 T 5012 T 7037 T	PAV29 PSB150		511/ 44E 511/ 66V	DM2077 P	S629	P 4400 P 6000
Savaiminis išsilyginimas	DA1200 DA1141	7034 N 5011 L 5023 L 5025 L	PAV23 PAV43	DLP205 0	50V/ 909 50V/ 920		S631	P 5000 P 5100
Elastingumas	DA1420 DA 1400	5044 N 5028 N	PAV30 PAV51	DLP220	AP200	DM117 P	S430	P 1550; P 6000
Hidrofobiškumas	DA2310	7031 H 8031 H	PAV29	DLP214 0	WS45 WS73	DM2080 P		P 4400

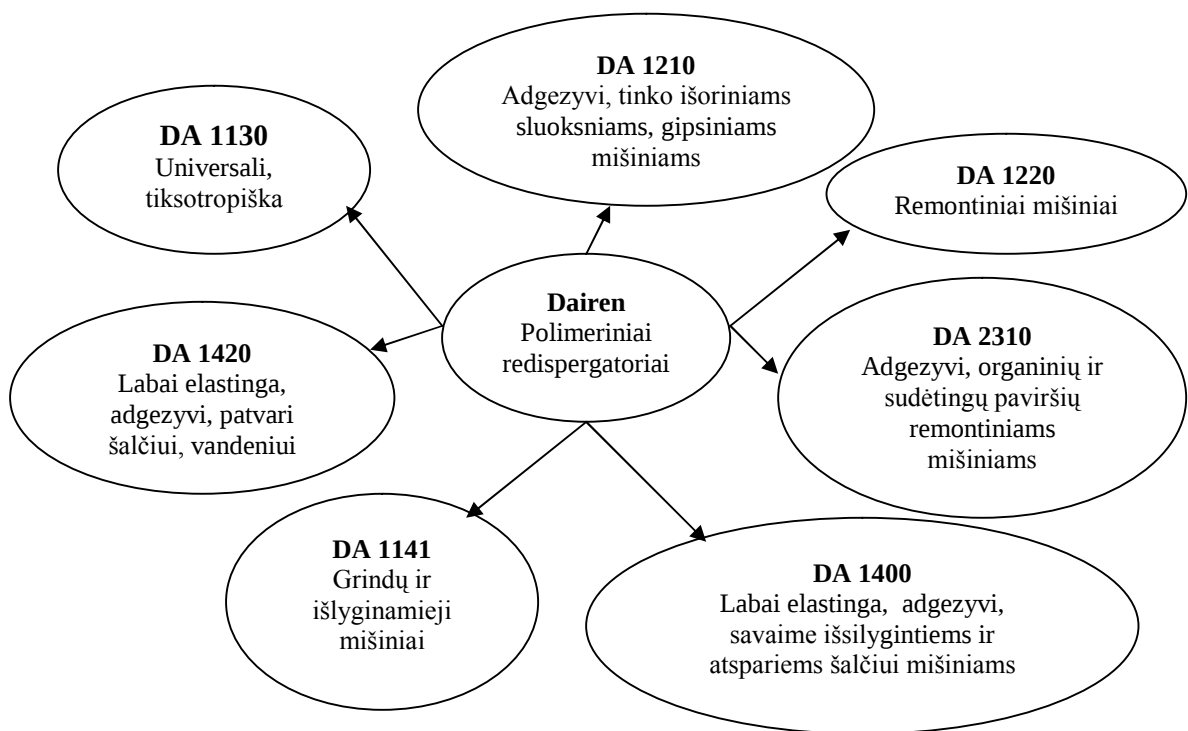
Dairen redisperguojančios įmaišos gaminamos įvairios cheminės sudėties [47]:

- vinilacetatiniai homopolimerai (VA): Dairen DA-0050; Dairen DA-0040;
- vinilacetato etileno (VA-E);
- latekso milteliai, sukietai sudaro standžią plėvelę (Dairen DA 1200; Dairen DA 1210; Dairen DA 1220);
- latekso milteliai, sukietai sudarantys elastingą plėvelę (Dairen DA 1400; Dairen DA 14010; Dairen DA 1420).

Specialios paskirties latekso milteliai (Dairen DA 1130; Dairen DA 1141; Dairen DA 3400);

- vinilacetato versatikovo (VA-VeoVa) kopolimeriniai milteliai (Dairen DA 2200);
- vinilacetato etileno versatikovo (VA-E-VeoVa) termpolimerai (Dairen DA 2310);
- akrilatiniai milteliai – Dairen DA 5105.

Dairen firmos polimerinių redispergatorių efektyviausias naudojimas sausiesiems mišiniams pateikiamas 4.9 paveiksle [47].



4.9 pav. Redisperguojančiųjų įmaišų Dairen efektyvus panaudojimas

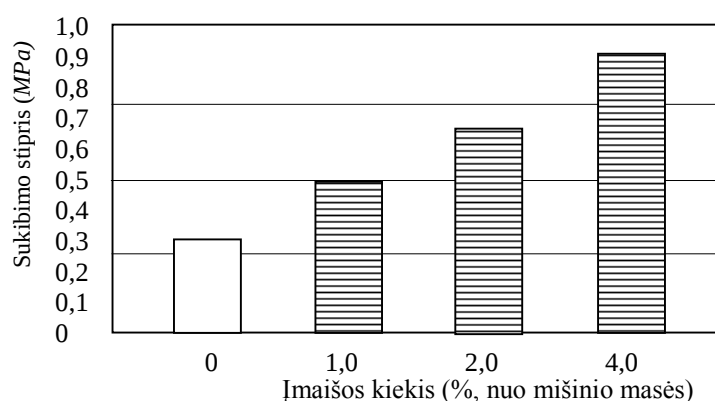
Universaliausios Dairen įmaišos [47] :

- DA 1420 – labai adgezyvi įmaiša naudojama visų rūšių klijų (apmušalams, plytelėms, remontiniams klijams, šilumą izoliuojančiųjų renovacinių plokščių, fasadinių įvairių plokščių, fasadinių ir kitų tinko, hidroizoliacinių) mišinių gamybai;
- DA 1400 – įmaiša sukiętėjus mišiniui apie daleles sudaro elastingą polimerinę plėvelę, sudarytą iš vinilacetato ir etileno monomerų. Įmaiša padidintos adhezijos su pagrindu ir deriasi su kitomis įmaišomis. Naudojama savaime išsilyginančių grindų, tinko, siūlių glaisto mišinių gamybai;
- DA 1130 – adgezyvi įmaiša naudojama užtepų, glaistų, fasadinių tinkų, plytelių klijų mišinių gamybai;
- DA 5105 – elastinga, labai adgezyvi specialios paskirties įmaiša, naudojama beveik visų mišinių, ypač hidroizoliacinių, išskyrus savaime išsilyginančių ir glaisto, gamybai. Polimerizuojasi iki minus 21 °C temperatūros.

Redisperguojančios Dairen įmaišos – aukštos kokybės lateksiniai milteliai, kuriuos sumaišius su mineraliniais grūdeliais ir vandeniu apgaubia juos polimerine plėvele, sumažėja mišinio akytumas, padidėja grūdelių ir dispersinių dalelių tarpusavio sukibimas, pagerėja

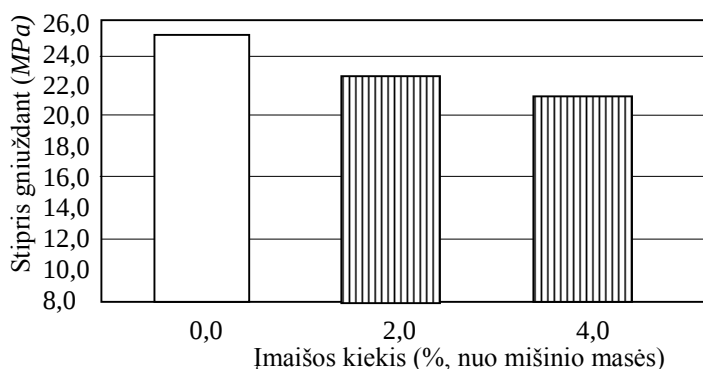
daugelis mišinio statybinių savybių, galima sumažinti rišančiosios medžiagos kiekį, nes Dairen įmaiša turi rišamųjų savybių, o mineralinių rišančiųjų medžiagų hidratacija nesulėtėja.

Dairen įmaišos dedama nuo 0,5 iki 5 % mišinio masės (vidurkis 2–4 %). Ši įmaiša padidina adgezinio sukibimo, gniuždomo stiprio, atplėšimo ir tempimo lenkiant sukietėjusio mišinio stiprumą. Adgezinio sukibimo, atplėšimui nuo paviršiaus, gniuždomojo ir lenkiamojo stiprumų priklausomybė nuo Dairen įmaišos kiekio pateikiama 4.10; 4.11, 4.12 ir 4.13 paveiksluose [47].

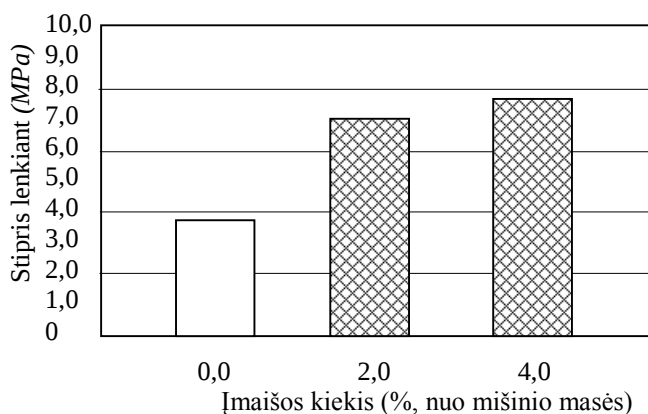


4.10 pav. Modifikuotų sausųjų mišinių Dairen DA 1200 redisperguojančios įmaišos kiekio įtaka adgeziniam stipriui

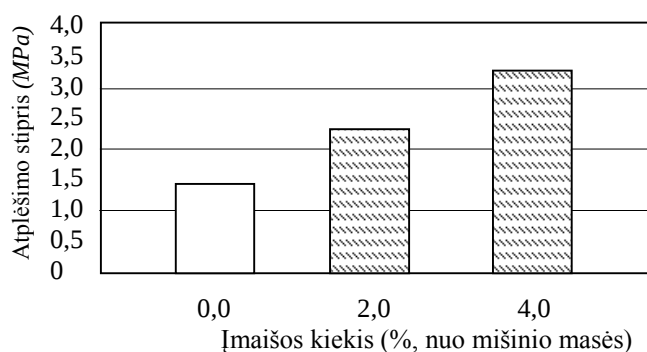
Grindų dangų sukietėjusiam savaimė išsilyginančių ir kitiems dangų, kurios apkraunamoas gniuždomąja apkrova arba juda koks nors transportas svarbi savybė gniuždomasis stipris.



4.11 pav. Modifikuotų mišinių Dairen DA 1200 redisperguojančios įmaišos kiekio įtaka stipriui gniuždant



4.12 pav. Modifikuotų mišinių Dairen DA 1200 redisperguojančios įmaišos kiekio įtaka stipriui lenkiant



4.13 pav. Modifikuotų mišinių Dairen DA 1200 redisperguojančios įmaišos kiekio įtaka atplėšimui nuo pagrindo stipriui

Latekso įmaiša gerai tirostagerai tirpsta vandenyje. Dispersinės fazės dalelės dažniausiai esti 0,02–5 μm dydžio. Kuo mažesnės dalelės, tuo lateksas klampesnis. Dalelių paviršiuje adsorbuotas emulsiklis suteikia mišinio dalelėms elektrinį krūvį ir neleidžia koaguluoti. Ant hidratuoto cemento grūdelių susidaro elastingos polimerinės membranos. Dairen įmaišų pagrindinės savybės ir panaudojimo galimybės pagal paskirtį pateikiamos 7, 8 ir 9 prieduose Dairen lentelėse [47]. Polimerinės įmaišos kiekio ir cemento kiekio santykį galime išreikšti P/C santykiu.

Acronal – stirolo akrilato dispersiški gelsvos spalvos milteliai. Polimerinės plėvelės susidarymo temperatūra plus 10 $^{\circ}\text{C}$, pH 6,5–8,2 (30 % tirpalo vandenyje). Piltinis tankis 0,4–0,5 kg/dm^3 . Naudojama cementiniuose ir kituose su hidraulinėmis rišančiomis medžiagomis mišiniuose. Tai įmaišos Acronal S 629 P, Acronal S 631 P, Acronal S 695 P. Išskirtinių savybių yra Acronal S 430 P ir Acronal 290 D. Turi didelę adheziją su įvairiomis

medžiagomis: mediena, plastikais. Sukietėjusio mišinio tamprumo modulis sumažėja, bet padidėja stipris tempiant ir atsparumas dilumui.

Acronal S 430 P – geltonos spalvos milteliai sumaišyti su vandeniu ant mišinio dalelių sudaro didelio elastingumo polimerinę plėvelę, esant ne mažiau 1 °C, o prasidėjus polimerizcijai toliau kietėja iki minus 15 °C, kuri naudojama hidroizoliacinių ir hermetizuojančiųjų elastinių mišinių gamybai. Naudojama cementiniuose mišiniuose, nes juose gerai redisperguojasi. Ypač efektyviai naudojama yra 0 °C temperatūroje, nes nes nepraranda teigiamųjų savybių temperatūrų pokyčiuose. Įmaiša neturi sudėtyje celiuliozės eterių priedų. Sukietėjusi įmaiša turi rišančiųjų savybių. Deadama į mišinį 20–30 % pagal bendrąją mišinio masę, arba 30–200 % cementiniuose mišiniuose nuo cemento kiekio.

TP 1130 – vinylacetato/ethyleno balti dispersiški (vidutinis dalelių dydis 90 μm) polimeriniai redisperguojantys milteliai, kurių klampumas – 4000 (25 °C) MPa·s, *pH* > 7. Minimali polimerinės plėvelės susidarymo temperatūra – 15±5 °C. Naudojami su mineralinėmis rišančiosiomis medžiagomis išorės plytelių klijujams, glaistams (dedama 1–5 % mišinio masės, kai klijuojama prie mūrinio pagrindo ir 5–10 % kai klijuojama prie medinių paviršių), šiluminės izoliacijos plokščių klijavimui (dedama 3–6 %), išorės tinkui (dedama 1,0–0,6 %).

TP 1141 – redisperguojantys latekso iš vinilacetato ir etileno kopolimerų milteliai, naudojami savaime išsilyginančių grindų, plytelių klijų, gipsinių mišinių gamybai. Pagaminti specialiai savaime išsilyginančių grindų mišiniais. Ši įmaiša pailgina mišinių naudojimo trukmę, padidina savaiminio išsilyginimo greitį, su mažesniu vandens kiekiu ir nesumažėjusiu slankumu, padidina adgeziją, pagreitina mišinio išsiliejimą, nes turi pilsatifikuojančių savybių, nors jie gerai derinasi su kitomis įmaišomis, padidėja sukietėjusio mišinio stiprumas, sumažėja savaiminio susitraukimo deformacijos.

Neolith – tai vinylacetato, akrylatų ir versatų pagrindu sudaryti gerai vandenyje tirpstantys milteliai. Mišiniai įgauna elastingumo, padidėja sukibimas su paviršiais, padidėja lenkimo stiprumas, grindys mažiau nusidėvi. Įmaiša į sausuosius mišinius dedama jų gamybos metu. Naudojami ne tik cementinių–kalkinių mišinių bet ir įvairių gipsinių mišinių gamybai. Padidinus įmaišos kiekį nuo 0,5 iki 5,0 % atsiranda padidintas sukibimas su paviršiais, padidėja stiprumas, atsparumas vandeniui ir atsparumas aplinkos veiksniams. Įmaišos veikimas priklauso nuo aplinkos temperatūros, todėl tiekėjai nurodo kokioje minimalioje temperatūroje Neolith milteliai gali būti naudojami. Dispergavimo plėvelė susidaro tik esant aukštesnei kaip minimali temperatūra [49]. Esant žemesnei temperatūrai nepasireiškia redispergavimo efektas ir įmaiša tampa neveiksni. Pavyzdžiui, Neolith NP 50 galima naudoti

tik esant aukštesnei nei +18 °C temperatūroje, o Neolith P 2000 – 0 °C temperatūroje. Neolith įmaišų naudojimas sausuosiuose mišiniuose pateikiamas 9 priede.

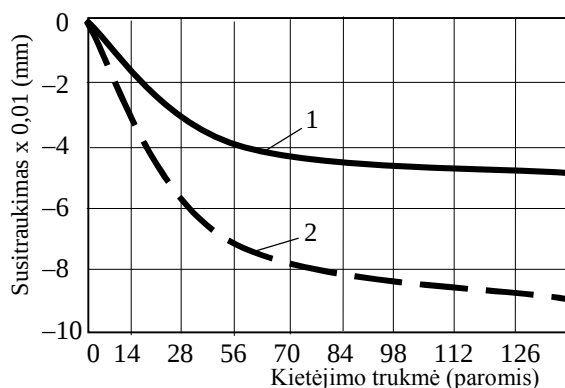
Mowilith – redisperguojanti vinylacetato, vinylacrylato arba vinylacetato etyleno univeraslių savybių miltelinė, gerai vandenyje tirpstanti įmiša. Pastaroji yra kartu ir organinė rišamoji medžiaga, kuri maišant su vandeniu tampa vandenine dispersine sistema su visomis būdingomis polimerinėms rišančioms medžiagoms charakteristikomis [45]. Polimerinė plėvelė, veikianti kaip rišamoji medžiaga, formuojasi išgaruojant vandeniui dėl atskirų polimerinių dalelių koalesencijos. Ši polimerinė plėvelė atlikdama organinio rišklio vaidmenį, surišaužpildo grūdelius su cementiniu akmeniu, suteikia gerą adheziją tarp mišinio ir pagerindo ant kurio jis klijuojamas. Mowilith įmaišos pagrindinės savybės ir panaudojimo galimybės pateikiamos 10 priede.

VINNAPAS (Wacker firma, Vokietija) – gaminamos įvairios paskirties ir savybių redisperguojančios įmaišos: neturinčios įtakos mišinio klojingumui (žymė Vinnapas N), padididinačios tiksotropškumą–slankumą (žymė Vinnapas T), suteikiančios savaiminį išsilyginimą (žymė Vinnapas L), padidintą pasklidumą (žymė Vinnapas F), padidinto hidrofobiškumo (žymė H). Vinnapas polimerinių redisperguojančiųjų įmaišų žymėjimas susideda ir trijų žymenų: pvz. Vinnapas 5010 N, žymėjimas – 50 rodo bazinį polimerą; 10 – lankstumą, klampumą; N – neutralių reologinių savybių (neįtakoja mišinio kovingumą. Pagal savybes Vinnapas redisperguojančios įmaišos yra panašios į Dairen tos pačios paskirties įmaišas, tačiau Vinnapas įmaišos gaminamos konkrečios paskirties mišiniams, jas suskirstant pagal atskiras klases [52].

Vinnapas turi pranašumų prieš kitas redisperguojančias įmaišas [52];

- gerą adheziją, sukietėjus polimerui susidaro standi arba elastinga plėvelė;
- greitas mišinių redispergavimas esant pasirinktai paskirčiai ir mineralinei rišamajai medžiagai;
- sumaišius su vandeniu gaunamas vienalytis mišinys; tikslinė įmaišos paskirtis;
- didelis įmaišų pasirinkimas, ruošiant įvairios paskirties mišinius, įvertinat minimalus mišinio ruošimo metu aplinkos temperatūras bei polimerinės įmaišos kietėjimo temperatūras;
- gebėjimą maišyti su plastykliais ir kitomis įmaišomis;
- suteikia mišiniui rišamųjų savybių;
- pagerinančių sukietėjusio mišinio struktūrą.

Hibidan P – tai polialkilenglikolio pagrindu įmaiša leidžianti sumažinti cementinių mišinių susitraukimo deformacijas, dėl sumažėjusio cementiniame akmenyje drėgnio. Susitraukimo deformacijų sumažėjimas kietėjant normaliose sąlygose pateikiamas 4.14 paveiksle [43].



4.14 pav. Cementinių mišinių susitraukimo sumažinimo deformacijų priklausomybė nuo Hibidan įmaišos: 1 – sutraukimo kreivė, kai Hibidan P įdėta 0,6 % nuo mišinio masės; 2 – susitraukimo deformacijos be įmaišos priedo

4.5. Rišimosi ir kietėjimo greitikliai

Tai įmaišos, kurias įdėjus padeda cementui rištis ir kietėti greičiau, padidėja pradinis kietėjimo stiprumas. Specialiuose reikalavimuose nurodoma, jog, esant 20 °C temperatūrai, bandomojo mišinio rišimosi pradžia įvyksta po 30 min., o bandomojo mišinio gniuždomasis stiprumas po 28 parų kietėjimo yra didesnis daugiau 80 %, lyginant su kontroliniu. Be to, galima sumažinti rišančiosios medžiagos kiekį. Oro kiekis šviežiame

mišinyje neviršija 2 % (tūrio) negu kontroliniame mišinyje. Žemiau išvardinamos praktikoje naudojamos įmaišos [14].

Geležies chloridas cemento rišimąsi ir kietėjimą, greitinanti bei tankį didinanti įmaiša, tačiau sukelianti įdėtiniuose metaluose koroziją. Į leidžiama įdėti iki 1,5 %. Įmaiša padidina skiedinio gniuždomąją stiprį po vienos paros kietėjimo 1,5–2,2 karto; negu sukietėjusio skiedinio be įmaišos priedo. Kietėjančioje cemento tešloje vyksta tokia reakcija [14]:



Išsiskyręs Fe(OH)_2 suatankinakietėjantį skiedinį, o CaCl_2 greitina cemento kietėjimą. Įmaiša naudojama kartu su plastikliais, reguliuojančiais reologines skiedinių savybes. Ši įmaiša didina bendrą chloridų kiekį mišinyje, todėl į tai būtina atsižvelgti ir neviršyti standarto reikalvimų. Dažniausiai naudojamas kristalinis geležies chloridas, kuriame FeCl_3 yra 95 %.

Ličio karbonatas – Li_2CO_3 , kuriame yra iki 98 % veikliosios medžiagos. Tankis 2000–2110 kg/m^3 . $\text{pH} = 9,1\text{--}11,0$. Tai baltos spalvos milteliai, dalelės $<250 \mu\text{m}$, sunkokai tirpsta vandenyje (apie 14 %), todėl reikia gerai permaišyti. Tokio dydžio dalelės tolygiai pasiskirsto mišinyje ir pasiekia maksimalaus panaudojimo. Litčio karbonatas greitina cemento rišimosi ir kietėjimo procesus, nes skatina cemento aluminatų reakcijos greitį, didina hidraulinių rišančiųjų medžiagų stiprumą. Didina mišinių sukibimą su organinėmis medžiagomis. Dedama 0,1–0,25 % mišinio masės, tačiau patariama kiekvienai cemento rūšiai nustatyti optimalų kiekį.

Tricosal T4 – modifikuotas kalcio formiatas yra baltos ar rusvos spalvos dispersiški milteliai be chloridų, tai reiškia, jog naudojamas ir su metaline armatūra. $\text{pH} = 7\text{--}8$. Tricosal T4 įmaišos kiekis rekomenduojamas parinkti kiekvienai cemento rūšiai. Orientaciniai dedama 1–2,5 % nuo cemento masės. Tai vienas iš efektyviausių cemento rišimosi greitintojų, sumažinantis mišinio temperatūrą egzoterminio kietėjimo metu, be to, sumažėja vidiniai įtempimai kietėjimo pradžioje, išvengiama mikroplyšių susidarymo pavojaus pradinėje kietėjimo stadijoje.

4.6. Rišimosi lėtikliai

Tai įmaišos, kurias įdėjus mišinys rišasi lėčiau. Rišimosi pradžia bandomojo mišinio ilgesnė už kontrolinio mišinio rišimąsi daugiau 90 min., o rišimosi pabaiga yra ankstesnė 360 min, lyginant su kontrolinio mišinio rišimosi pabaiga. Stiprumas gniuždant po 7 parų kietėjimo bandomojo mišinio didesnis daugiau 80 %, palyginant su kontroliniu mišiniu. Dažnai naudojami gamyboje lėtikliai [43, 25]:

Targon 19 – natriomonofosforas (MFP), baltos spalvos higroskopiški granuluoti milteliai, lėtinantys cemento hidrolizę ir hidrataciją. *pH* (1 % tirpalo) – 6,5–8,0. Sudėtis: P_2O_5 – 49 %; Na_2O – 43 %; chloridų mažiau 0,1 %; netirpių vandenyje dalelių – 0,1 %. Tankis – 1050–1100 kg/m³. Dedama į sausuosius mišinius nuo 0,1 iki 0,3 % nuo cemento masės.

Targon 34 – tetrakaliopirofosfatas ($K_4P_2O_7$), baltos spalvos higroskopiški milteliai, lėtinantys cemento hidrolizę ir hidrataciją. Sudėtis: P_2O_5 – 42,6–43,6 %; K_2O – 57 %; chloridų mažiau 0,1 %; netirpių vandenyje dalelių – 0,1 %. *pH* (1 % tirpalo) – 10,1–10,9. Tankis – 1030–1080 kg/m³. Dedama į sausuosius mišinius nuo 0,2 iki 0,5 % nuo cemento masės. Milteliai labai higroskopiški, todėl būtina saugoti nuo sudrėkimo.

Targon TM – natriotriofosfatas (Na_3PO_4), baltos spalvos higroskopiški labai dispersiški milteliai, lėtinantys cemento hidrolizę ir hidrataciją. Sudėtis: P_2O_5 – 57–58 %; Na_2O – 42 %; chloridų mažiau 0,1 %; netirpių vandenyje dalelių – 0,1 %. *pH* (1 % tirpalo) – 9,1–10,1. Dedama į sausuosius mišinius nuo 0,1 iki 0,3 % nuo cemento masės. Milteliai labai higroskopiški, dalelių mažesnių už 200 μm – 95–100 %. Targon TM turi privalumų prieš kitus lėtiklius, nes labai dispersiškos dalelės labai gerai ir greitai tirpsta vandenyje ir didina mišinio slankumą ir lėtina rišimąsi. bei didina mišinio slankumą, nes atsiranda daugiavalentiniai kalcio ir magnio ionai. Be to, galima maišyti su vandenį sulaikančiais (celiuliozės eteriais) ar kitomis įmaišomis.

Plast Retard PE – gipsinių mišinių rišimosi lėtintojas, pilkos dramblio kaulo spalvos, labai gerai tirpstantys vandenyje, higroskopiški milteliai, aktyviosios medžiagos – >95 %, drėgnis <5 %, *pH* (10 % tirpalo) – 7,0–8,5. Termiškai atsparus iki 300 °C. Įmaišos sudėtyje nėra konservuojančių medžiagų, todėl laikant nustatytose sąlygose nekinta rišimosi lėtinimo savybės ir galima laikyti neribotą laiką sandėlyje. Įgėręs drėgmę lėtiklis nepraranda savo savybių, bet žymiai blogiau tirpsta vandenyje.

Plast Retard PE gaminamas iš gamtinių medžiagų, todėl gali būti skaidomas aplinkos mikroorganizmų. Įmaiša lėtina kietėjimo metu kalcio sulfato kristalų susidarymą. Lėtinimo

efektyvumas proporcingai priklauso nuo *Plast Retard PE* kiekio gipsiniuose mišiniuose. Be to, rišimosi lėtinimas dar priklauso nuo kalcio dvivandens sulfato ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) anhidrito (CaSO_4) ir kalcio hidroksido kiekių, kurie mažina įmaišos efektyvumą. Įmaiša naudojama ir su kitais ionogeniniais ar neionogeniniais paviršiaus aktyviais priedais bei kitomis įmaišomis (skystikliais/plastikliais, celiuliozės eteriais, krakmolu ir kt). Įmaiša *Plast Retard PE* gali būti naudojama plačiame aplinkos temperatūrų diapazone iki jos stabilumo temperatūros (+300 °C). Įmaišos kiekis parenkamas kiekvienam gipsiniam mišiniui atskirai, įvertinant rišimosi lėtinimo greitį, šarmų kiekį gipso rūšį. Tinkamiausia naudoti įmaiša neutralaus šarmingumo arba silpno šarmingumo gipsui.

Vyno rūgštis ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$) – bespalviai arba balti smulkūs bekvapiai kristalinės būklės milteliai, gerai tirpstantys vandenyje. Dispersiškumas: dalelių dydis daugiau 90 μm – 0 %; 40–63 μm mažiau 10 %; dalelių mažesnių kaip 40 μm – 90 %. Tai efektyvi gipso rišimosi lėtinimo įmaiša. Pagrindinė medžiaga sudaro – 96,9–97,1 % dikarboninės rūgštys – tartratai, antisisigulėjimo priedas SiO_2 – 2,9–3,1 %. Miltelių drėgnis – 0,15 %. Dozuojama 0,1–0,25 % nuo gipso masės.

4.7. Orą įtraukiančios įmaišos

Tai įmaišos, kurias įdėjus maišant skiedinio mišinyje susidaro tam tikras kiekis smulkių vienodai pasiskirsčiusių uždarytų porų liekančių sukietėjusiam mišinyje. Mišinyje įtraukto oro tūris turėtų būti ne didesnis už 2,5 % palyginti su mišiniu be orą įtraukiančių įmaišų, o bendras įsiurbto oro kiekis sukietėjusiam skiedinyje turi būti nuo 4 iki 6 % (tūrio). Stabilūs oro burbulėliai putos, vienodai pasklidę visoje masėje, daro ją poringą. Stiprumas gniuždant irgi gali padidėti. Naudojami praktikoje tokios įmaišos [32]:

Entrainit (Anglija) – miltelių pavidale, gerai tirpsta vandenyje. Įtraukia smulkius oro burbulėlius maišant su užpildais. Dedama 14 g/50 kg cemento kiekiui. Norint gauti didesnio oro įsiurbimo į mišinį galima miltelių kiekį padidinti dvigubai (28g /50 kg cemento). *Entrainit* naudojamas su visais skiediniams naudojamais užpildais.. Toks skiedinys geriau kimba prie paviršių, sumažina vandens pralaidumą, siūlės tampa nelaidžios vandeniui. Padidėja atsparumas šalčiui.

Esapon 1214 – natrio sulfato lūritas – labai smulkūs 0,36 g/cm³ piltinio tankio balti gerai tirpstantys vandenyje milteliai. *Esapon 1214* atlieka suvilgintojo vandeniu, silpno plastiklio, pagerinančio mišinių technologiškumo vaidmenį. Sukietėjęs mišinys yra mažiau savaime susitraukiantis, atsparesnis šalčiui, mažiau deformatyvus. Naudojamas su

mineralinėmis rišančiosiomis medžiagomis (cementu, kalkėmis, gipsu). *Esapon 1214* sumažina lipnumą prie darbo įrankių ir vamzdynų, tiekiant mišinius suspaustu oru. Dedama 0,005–0,03 % nuo mišinio masės. Dozuojant 0,1–1 % nuo mišinio masės gaunamos stabilios oru užpildytos akutės, didinančios sukietėjusio skiedinio bendrąjį akytumą.

Esapon 1850 – prisotintas riebusis spiritas su etileno oksidu – labai smulkūs 0,35 g/cm³ piltinio tankio balti gerai tirpstantys vandenyje milteliai. Mišinyje atlieka plastiklio, smulkių oro užpildytų sudarytojo, sugrękintojo vandeniu ir dispergatoriaus vaidmenį. Be to atlieka gipsiniuose mišiniuose smulkiųjų dalelių redispersatoriaus funkciją. Įmaiša didina sukietėjusių mišinių atsparumą šalčiui, mažina druskų išskyrimą paviršiuje. *Esapon 1850* sumažina lipnumą prie darbo įrankių ir vamzdynų, tiekiant mišinius suspaustu oru. Dedama 0,01–0,05 % nuo mišinio masės.

4.8. Vandens įgėrį mažinančios įmaišos

Tai įmaišos, kurios sumažina kapiliarinį vandens įgėrį. Kapiliarinis vandens įgėris bandant po 7 parų kietėjimo bandomojo mišinio turi būti mažesnis 50 %, lyginant su kontroliniu sukietėjusiu skiediniu [43].

Zincum 5 – hidrofobinė įmaiša – cinko stearato baltos spalvos apie 0,25 g/cm³ piltinio tankio dispersiški milteliai. Įmaišą reikia gerai sumaišyti sausame mišinyje, tuomet sukietėjus skiediniui vanduo neprasiskverbia į paviršių. Kalcio įmaišoje yra 10,4–11,2 %. Riebiųjų rūgščių ne daugiau – 1,5 %. Sukietėjusiame mišinyje hidrofobizatorius (*zincum 5*) atlieka algicido vaidmenį (neleidžia veistis augalams) dirbinio paviršiuje. Įmaišs suadaro apie mišinio daleles hidrofobines pastovias plėveles, neleidžiančias skverbtis drėmei. Dedama 0,1–1,0 % nuo mišinio masės. Didesnę hidrobizaciją galima gauti sumaišius *Zincum 5* su natrio oleatu santykiu 1:1.

Ceasit 1 – hidrofobinė įmaiša – kalcio stearato baltos spalvos apie 0,26 g/cm³ piltinio tankio labai dispersiški milteliai, turintys sudėtyje iki 1 % riebiųjų rūgščių. Dedama 0,2–1,0 % nuo mišinio masės.

Liga calcium stearate 600 – hidrofobizuojanti įmaiša (kalcio stearatas), turinti mažai tirpių vandenyje medžiagų, piltinis tankis 280 kg/m³, baltos spalvos dispersiški milteliai. Drėgnis ne daugiau 3 %. Dedama 0,1–0,9 % nuo mišinio masės. Naudojama išorės tinko, rievėjimo siūlių, šiluminės izoliacijos prie sienų tvirtinimo mišinių gamybai. Gamina Peter Greven kompanija (Vokietija).

Liga Zinkstearat 101 – cinko stearatas, didelio dispersiškumo baltos spalvos milteliai. Įmaišoje yra 9,8–10,8 % pelenų, drėgnis ne daugiau 0,5 %, piltinis tankis 150 kg/m³. Naudojama tik cementiniuose mišiniuose. Dedama 0,1–1,0 % mišinio masės. Maišant su vandeniu reikia gerai išmaišyti, nes sunkiai pasiskirsto tarp kitų tinko mišinio dalelių. Įmaiša yra silpnas algicidas.

Liga natriumoleat 90 – hidrofobinė įmaiša natrio oleatas, gelsvos spalvos milteliai. Natrio oleato riebiųjų rūgščių įmaišoje – 88–92 %, metalinio natrio – 10,5–11,0 %, drėgnis 1–4 %, piltinis tankis – 140–260 kg/m³, NaOH – 0,2–0,4 %, drėgnis – 1–4 %. Dedama 0,05–0,6 % mišinio masės. Liga natriumoleat 90 žymiai geriau maišosi su kitomis sudėtinėmis mišinio dalimis, vienodžiau pasiskirsto mišinyje. Hidrofobinis poveikis atsiranda lėtai susidarant kalcio muilui susirišus su mišinio šarmais. Įmaiša naudojama išorės tinko ir hermetizuojančių cementinių mišinių gamybai.

Ligapnov NF 50, Ligapnov C35/N5 – sudėtinės miltelinės – vandens įgeriamumą mažinančios įmaišos, naudojamos skiediniuose, kuriuose rišamoji medžiaga yra cementas. Ligapnov NF 50 – mišinys natrio oleato su kalcio, cinko ir magnio stearatais. kg/m³ Aktyvi medžiaga. Ligapnov C35/N5 – dvikomponentis natrio oleato ir kalcio stearato mišinys.

Įmaišos padengia cemento ir užpildų daleles plona plėvele, apsaugančia nuo papildomo vandens įgėrio. Hidrofobizavimas vyksta kietėjant rišamajai medžiagai. Sumažina kalkių išsiskyrimą į gaminio paviršių. Ligapnov C35/N5 ypač tinkamas spalvotiems aukštos kokybės išorės tinko mišiniams. Naudojant šią įmaišą intensyvėja spalva ir išvengiama eflorescencijos (baltos spalvos kalcio karbonatų susidarymo ant gaminio paviršiaus) efekto. Dedama – 0,1–0,6 %, mišinio masės. Ligapnov C35/N5 – plačiausiai naudojama įmaiša aukštos kokybės apdailos tinko mišiniuose.

Ilgamžiškiausios hidrofobinės įmaišos yra redisperguojantys hidrofobiniai vinnapas 7031 H, vinnapas 8031 H ir vinnapas 8034 H milteliai. Šios įmaišos padidina mišinio sukibimą su įvairių medžiagų paviršiais, be to padidėja apdailos kokybė.

4.9. Tirštinančios, stabilizuojančios įmaišos

Tai – įmaiša reguliuojanti mišinio klojamumą, struktūros stabilumą. Įdėjus per didelį kiekį skystiklių skiedinio mišiniai gali pradėti išsisluoksniuoti. Stabilizatoriai reguliuoja mišinių plastinį klampumą ir ribinių šlyties įtempimų dydį, neleidžia mišiniui išsisluoksniuoti esant per dideliui slankumui ir neleidžia atsiskirti vandeniui. Plačiausiai naudojami

stabilizatoriai: agocel, esamid, starvis, opagel, casucol, solvitose, krakmolo eteriai – STAR – POL 136; STA-DEX 140 ir kiti [47, 44].

Agocel T 6 – išskirtinė vandenį sulaikanti, stabilizuojanti mišinio struktūrą, nejonogeninė, poligalaktomaninis eteris, baltos, gelsvos spalvos milteliai. Agocel T 6 įmaiša pasižymi daugeliu išskirtinių savybių:

- labai gerai sulaiko mišinyje vandenį;
- žymiai ilgiau galima naudoti (ilgiau nei 40 min.);
- padidina mišinio adgeziją;
- sutirština mišinį, mažas slinkimas nuo vertikalių paviršių;
- atsparus šarmų veikimui;
- gerai tirpsta vandenyje, esant aukštesnei mišinio temperatūrai;
- gerai disperguoja smulkiąsias mišinio daleles, susidaro stabilesnė struktūra.

Dedama į mišinius 0,4–0,6 % nuo sausojo mišinio masės. Klampumas – 4000–6000 MPa·s (2 % –tinis 20 C° pagal Brukfeldą). *pH* – 7 (2 % skiedinio). Sausųjų mišinių gamybai agocel T6 naudojamas cementiniams ir kalkiniams mišiniams.

Agocel 305 – naudojamas su gipsinėmis rišančiomis medžiagomis, mažesnio klampumo – 3500–5500 MPa·s (2 % –tinis 20 C° pagal Brukfeldą). *pH* – 6,5–8 (2 % skiedinio). Naudojimo privalumai atitinka agocel T 6 įmaišos. Į mišinius dedama 0,2–0,4 % nuo sausojo mišinio masės, naudojant tinkavimo mišiniuose ir 0,4–1,0 % nuo sausojo mišinio masės, naudojant glaistams.

Agocel P 260H – labai dispersiškas gelsvo atspalvio miltelinis guarano eteris, naudojamas su mišriomis mineralinėmis rišamosiomis medžiagomis. Klampumas – 9000–12000 MPa·s (2 % –tinis 20 C° pagal Brukfeldą). *pH* – 6,5–7,5 (2 % skiedinio). Įdėjus į mišinį įmaišos agocel P 260 H disperguojamos smulkiosios mišinio dalelės šarminguose mišiniuose, stabilizuojama struktūra, gerai sulaikomas vanduo. Naudojant mišinių gamybai rekomenduojamai įmaišos kiekai yra: siūlių užtrynimui – 0,1–0,4 %; keraminių plytelių klijams – 0,1–0,3 %; cementiniams arba kalkiniams tinko mišiniams – 0,1–0,3 %; gipsiniam tinkui – 0,1–0,4 %; mūro mišiniams – 0,1–0,2 % nuo sauso mišinio masės.

Esamid NA – balti hidroksilpropilo krakmolo smulkūs mišinių stabilumo milteliai, gerai tirpstantys šaltame vandenyje, klampumas pagal Brukfeldą – 1600 mPa·s, *pH* – 10,5–11. Dedama – 0,005–0,1 % nuo sausų medžiagų masės. Naudojant su celiuliozės eteriais esamid NA kiekis yra 5–20 %, priklausomai nuo jų sutirštinimo savybių. Reologinių savybių modifikuojanči įmaiša naudojama tinko, klijų, glaistų mišinių gamybai kartu su celiuliozės

eteriais, redisperguojančiomis ir kitomis įmaišomis. Esamid NA iš esmės pagerina mišinių slankumą, padidina sukibimą su pagrindu, sumažėja drėgno mišinio lipimą prie darbo įrankių, padidėja darbo laikas. Naudojama cementinių, gipsinių, kalkių–gipso sausųjų mišinių gamybai.

STARVIS 3003F – balti arba gelsvi polikarboksilatiniai mažo tankio ($0,25\text{--}0,40\text{ g/cm}^3$) milteliai, pH – $7\text{--}9$. krakmolo eteris reaguojantis su skystosios mišinio fazės molekulėmis ir reguliuoja jų plastinę klampą. Starvis 3003 F yra „gelbėjimosi ratas“ įdėjus į mišinį per didelį kiekį vandens su skystikliais. Gali būti naudojamas su kitomis įmaišomis. Starvis 3003 F – didelės molekulinės masės reguliuoja mišinio vandens atsiskyrimą, neišsisluoksniavimą, oro įsiurbimą ir klampą, didinama mišinio koheziją. Jei mišinio plastinis klampumas (šlyties įtempimai – η) maži tai mišinys yra didelio takumo (didelis šlyties greitis – τ_0) ir mišinys tada gali išsisluoksniuoti, o jeigu (šlyties įtempimai – η) dideli tai mišinys sunkiai slenka vamzdžiais ir blogai tankinamas. Taigi, įdėjus į skiedinio mišinį šlyties greitį ir šlyties įtempimus reguliuojančio priedo šlyties greitis sumažėja nežymiai, o šlyties įtempimai gali siekti ribą, kai mišinys pradeda išsisluoksniuoti. Įmaiša starvis 3003 F stabilizuoja skiedinio mišinio klampumą, reguliuoja vandens atsiskyrimą, pagerina lipnumą prie paviršių ir leidžia horizontaliuose paviršiuose gerai savaime susitankinti..

Starvis įmaišos kiekis įdedamas mišinius dedama $0,01\text{--}0,035\%$ nuo cemento masės. Ypatinga stabilizatorių Esamid ir starvis savybė yra plačiose mišinio slankumo ribose reguliuoti vandens kiekį ir pagaminti kokybiškus skiedinio mišinius esant sudėtingoms gamybos sąlygoms. Starvis 3003 F įmaišos naudojamas savaime išsilyginančių mišinių gamybai, kurie tiekiami skiedinio siurbliais. Mišiniuose gali būti įdėta ir epoksidinių dervų skiedinio [48].

Opogel FP6, Opogel CMT, Casucol 301, Solvitose FC50, Solvitose H2060 (Avebe, Prancūzija) – tai idealios stabilizuojančios, pagerinančios klojamumą ir suteikiančios mišiniui vienalytiškumą miltelinės įmaišos, naudojamos plytelių klijų, tinko, savaime išsilyginančiuose mišiniuose. Rišamoji medžiaga geriausia gipsas, tačiau tinka ir cementiniams mišiniams. Optimalus įmaišos kiekis mišinyje priklauso nuo mišinio tipo ir klojimo būdo. Mišiniai pakankamai klampūs, gali būti ilgiau naudojami. Dedama $0,03\text{--}0,20\%$ nuo gipsinio ir $0,3\text{--}1,0\%$ cementinio mišinio masės.

Solvitose C5F – tirštinanti ir disperguojanti gipsinius tinko mišinius įmaiša. Sumaišius su vandeniu mišinį įmaiša sudaro mažai klampios rišlios pastos gero klojamumo mišinį.

Dedama į mišinį 0,05–0,3 % nuo bendros masės. Sukietėję mišiniai mažiau traukiasi, neatsiranda jų išoriniame paviršiuje plyšių ir įtrūkimų.

2STAR-POL 136 – nejonogeninis, miltelinis gerai tirpstantis šaltame vandenyje hidroksipropileninis, gaminiams iš kukurūzų krakmolo, eteris. Esant mažam įmaišos kiekiui padidina mišinio klampumą. Peptizuojantis krakmolo eteriui, redispersuojančios polimerinės įmaišos kietėja žemoje aplinkos temperatūroje, nesikeičiant mišinio klampiui. Be to, įmaišos dėka paruoštame mišinyje gerai sulaikomas vanduo. Į savaime išsilyginančių, plytelių klijų mišinius dedama 0,02–0,10 % sauso mišinio masės. STAR-POL 136 įmaišos kinta klampumas laiko trukmėje: po 10 min. po sumaišymo su vandeniu klampuma – 4000–7500 mPa·s (pagal Brukfeldą), po 60 min. 6000–9000 mPa·s.

STA-DEX 140 – nejonogeninis, miltelinis gerai tirpstantis šaltame vandenyje hidroksipropileninis, gaminiams iš kukurūzų krakmolo, eteris. Mišiniams suteikiantis struktūros stabilumą, stiprumą, gerą rišimąsi ir sukibimą su paviršiumi. Klampumas sumaišius su vandeniu – 4000–5500 mPa·s (pagal Brukfeldą). Dedama 0,02–0,15 % sauso mišinio masės. Naudojamas plytelių klijų mišiniams.

4.10. Armuojančios įmaišos

Tai – technocel ir Ricem plaušeliai. Jie mažo tankio, pilkos spalvos ploni plaušeliai (fibros), padidinantys sausųjų mišinių tempiamąjį stiprumą, smūginį tįsumą, atsparumą šalčiui, sumažinantys savaiminį matricos susitraukimą, deformavimą, supleišėjimą, dilumą eksploatacijos metu ir kitas savybes. Tai nėra užpildai, tik gerinantys sukietėjusių dirbinių minėtas savybes, tačiau pagerina užpildų granulimetrinę sudėtį. Dedama į mišinius gamybos metu 0,1–2,0 % nuo mišinio masės.

Plaušelių panaudojimo mišiniuose efektyvumas priklauso nuo plaušelių ilgio. Nustatyta, jog yra kritinis plaušelių ilgis, kuris skirtingas kiekvienai kompozicijai. Kritinio plaušelių ilgio supratimas yra kai plaušeliuose, esančiuose kompozite, išsivysto įtempimai lygūs jų plaušelių stiprumo ribai ($L = L_{kr}$). Suyrant pripildytu plaušiniaus ($L < L_{kr}$) kompozitui, trumpieji plaušeliai išsitraukia iš matricos (4.16 pav. a). Taigi, kompozitas suyra riboje plaušeliai–cementinis akmuo. Plaušeliai, kai $L > L_{kr}$ suyra patys, t. y. pilnai išnaudojamas jų visas tempiamasis stiprumas. Kompozitas armuotas plaušeliais kai $L > L_{kr}$ yra žymiai stipresnis už tą, kurio plaušeliai yra kritinio ilgio L_{kr} . Kuo mažesnis L_{kr} , tuo efektyviau plaušeliai sustiprina matricą. Nustatyta, kad esant $L = 10 L_{kr}$, plaušelinė armatūra

kompozite priima iki 90 % išorinės apkrovos. Didesnio ilgio plaušelių armatūra sustiprina kompozitą, tačiau tada padidėja mišinio klampumas, sunkiau technologiškai paruošti vienalytį skiedinį. Kai kurie polimeriniai plaušeliai tempiant gali santykinai žymiai deformuotis (iki 800 %) jiems nepasiekiant stiprumo ribos. Kai santykinis pailgėjimas didelis, tai gali suirti cementinis arba gipsinis akmuo, nesuyrant armuojantiems polimeriniams plaušeliams (4.15 pav.b). Tokiu atveju plaušelinė armatūra išnaudojama labiausiai. Kritinį plaušelių ilgį galima apskaičiuoti pagal formulę [13, 36]:

$$L_{kr} \approx 0,5R_f d_{vid} R_{ad}, \quad (4.2)$$

čia L_{kr} – kritinis plaušelių ilgis; R_f – vidutinis plaušelių stipris tempiant; d_{vid} – vidutinis plaušelių skersmuo; R_{ad} – adgezinis stiprumas riboje plaušeliai–matrica.

Didžiausias plaušelių naudojimo efektyvumas sukietėjusiuose mišiniuose pasiekiamas didinat adgezinį stiprumą tarp matricos ir plaušelių paviršiaus. Vienas iš būdų padidinti adgezinį plaušelių sukibimą su cementiniu arba gipsiniu akmeniu yra įdėjimas į mišinį redisperguojančių vinnapas, dairen, rhoximat neolith, acronal arba kitų įmaišų, kurios sudaro apie kompozitinės medžiagos daleles polimerines plėveles didinančias adgezinį sukibimą tarp visų komponentų. Be to, padidėja ir sukietėjusio kompozito atsparumas vandeniui, šalčiui, aplinkos poveikiams.

Trumpi (iki 500 μm) celiulioziniai (technocel) plaušeliai gerai susimaišo su mišiniu, o sukietėjusio kompozito stiprumas optimalus. Ilgesni $L > 500 \mu\text{m}$ blogai maišosi su mišiniu, todėl naudojami greitaeigiai su deaglomeratoriais maišytuvai.

Pasirenkant armuojančius plaušelius reikia atsižvelgti į jų savybes:

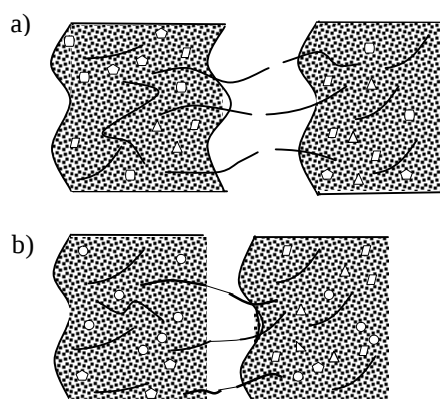
- poliakrilatiniai (ricem), stiklo plaušeliai didina kompozito tamprumą elastingumą ir stiprumą. Plaušelių stiprumas žymai didesnis už kompozito stiprumą (kompozito stipris 0,0037 GPa), todėl tinkamiausi iki 0,5 mm ilgio o paviršius specialiai paruoštas – rifliuotas;
- polipropileniniai plaušeliai yra mažo tankio, todėl maišymo metu galimas mišinio išsisluoksniavimas, be to mažas atsparumas šalčiui (iki -15°C);
- celiulioziniai ir poliamidiniai plaušeliai turi hidrofilinių ir higroskopinių savybių, didelis tamprumo modulis, pakankamai atsparūs nuovargiui, gerai sukimba su rišamosiomis medžiagomis.

Praktikoje įvairios cheminės sudėties plaušeliai gaminami 50–1000 μm . Kiekviena plaušelius gaminanti firma deklaruoja pagrindines savybes ir plaušelių ilgius, todėl galima

konkrečiai matricai pasirinkti reikiamų savybių ir ilgio plaušelius. Įvairių tipų plaušelių savybės pateikiamos 4.3 lentelėje [13].

4.3 lentelė. Pagrindinės plaušelių savybės

Plaušelių savybės	Plaušelių tipas ir cheminis pavadinimas				
	Stiklo	Poliakrilato Ricem	Celiulioės Technocel	Poliamidas (neilonas)	Polipropilenas
Tankis, g/cm ³	2,55	1,18	1,1–1,3	1,1–1,3	0,91
Skersmuo, μm	105–0	6–20	25	30–100	15–30
E modulis, GPa	88–700	>15	1,8–4,3	0,6–5,5	0,5–5,0
Stipris tempiant, GPa	2,0–3,5	0,6–1,0	0,02–0,50	0,3–0,7	0,2–0,5
Ribinės deformacijos tempiant, %	4,8–5,0	5–10	0,8–4,0	5–70	15–50



4.15 pav. Sintetinių plaušelių įtaka kompozito stiprumui: a – plaušeliai nutrūksta; b – plaušeliai deformuojasi, kompozitas dar nesuiręs

Technocel tai 0,1–1,0–2,5 mm ilgio įvairių markių celiuliozinis plaušas naudojamas glaistų ir tinko mišinių gamybai. Pavyzdžiui, gipso kartono plokščių tvirtinimo mišiniams naudojama įmaiša: Technocel 500–1. Technocel armuojančios įmaišos naudojamos įvairiuose sausuosiuose mišiniuose. Jų dedama 0,1–2,0 % nuo mišinio masės. Mišiniuose kuriuose reikalingi mažiau stiprūs trumpesni plaušeliai tinkamiausi yra technocel, nes pilniau išnaudojamos jų savybės.

Ricem – poliakrilnitriliniai plaušeliai naudojami sausųjų mišinių, kurie bus naudojami padidinto stiprumo medžiagų gamybai: savaime išsilyginančių grindų, remontinių, sustiprinto tinko, klijuojančių šiluminę izoliaciją prie vertikalių paviršių mišiniams. Ricem įmaišų pagrindinės savybės pateikiamos 4.4 lentelėje .

4.4 lentelė. Ricem įmaišų pagrindinės savybės

Savybės pavadinimas	Ricem įmaišos markė			
	AC	MC	PC	PCL
Plaušelių storis, μm	11–13	15–17	12–16	12–16
Ilgis, mm	< 4; 6; 12	<4; 6; 8; 12; 16; 24	<0,5	<1,5
Tankis, g/cm^3	1,18	1,18	1,18	1,18
Drėgnis, %	26±	<2	<2	<2
Stipris tempiant, GPa	>0,65	>0,45	>0,45	>0,45
Tamprumo modulis, GPa	>16,5	>13,5	>13,5	>13,5
Deformacija tempiant, %	<5	<7	<7	<7

Ricem naudojami savaime išsilyginančių grindų mišiniams, nes atsparūs dilumui, didelis plaušelių tamprumo modulis. Ricem plaušeliai yra elastingi, atsparūs organiniams tirpikliams (metanolui, benzolui, glikoliui, tuluolui, gliceriniui, fenoliui, tetralinui, eteriams, etanalaminui, etilendiaminui, emilacetatui, anilinui, dioksanui, pieno rūgštims, mineraliniam tepalui, krezolo. ketonams, alifatinaims ir aromatiniais angliavandeniams, chloriniais anglevandeniliams, di-, tri- ir tetrachloretilenui, sieros vandeniliui). Be to, Ricem plaušeliai yra atsparūs organinėms ir mineralinėms rūgštims ir šarmams: skruzdėlių, acto fosforo, azoto, chlorovandenilio, fluorovandenilio, sieros rūgštims, kalio, natrio amonio šarmams, sodos tirpalams. Ricem naudojami įvairių sausųjų mišinių gamybai kur išnaudojamos jų teigiamos savybės.

4.11. Putų gėsinimo įmaišos

Tai – miltelinės įmaišos neutralios ar šarminės reakcijos produktai naikinantys arba reguliuojantys maišymo metu susidariusias iš oro įsiurbtas putas. Putų gėsinimo įmaiša reguliuoja mišinio dearacija klojimo ant paviršių metu. Oro burbulėlių susidarymui didelę įtaką turi vandenilio jonų koncentracija pH . Sumažėjus iki neutralios reakcijos susiskaldo

putos ir jų tūris sumažėja. Maišymo metu, esant neutraliai reakcijai, skysčio paviršiaus įtempimai padidėja ir oru užpildyti burbuliukai išplaukę į paviršių sunyksta. Naudojamos mišiniuose su mineralinėmis rišančiomis medžiagomis įvairiuose sausuosiuose mišiniuose, ruošiamuose prieš juos vartojant. Didžiausią pritaikymą turi Agitan ir Defomex putų gesintojai [19].

Agitan – tai baltos spalvos 0,28–0,60 g/cm³ tankio (priklausomai nuo markės) lengvi, angliavandeniliai, poliglikoliai silicio rūgštyje, turintys hidrofobinių savybių milteliai lengvai disperguojami vandenyje. Sudėtyje yra 33–49 % pelenų. Dažniausiai naudojami ši *Agitan* įmaiša: *Agitan* P800; *Agitan* P801; *Agitan* P803; *Agitan* P804; *Agitan* P813; *Agitan* P823; *Agitan* P833. Tinka naudoti su cementinėmis, gipsinėmis rišamosiomis medžiagomis. Dedama į mišinį 0,05–1,0 % mišinio masės. Tikslesnė dozė, priklausomai nuo markės parenkama atlikus bandymus mišinyje. Įmaiša dedama gaminant sausuosius mišinius.

Troykyd D126 – smulkiagrūdžiai lengvai susimaišantys su mišiniu rusvos spalvos besilikoniniai milteliai, nereaguojantys su šarmais. Piltinis tankis 1,5 g/cm³, langvai disperguojasi vandens tirpale. Dalių mažesnių už 200 μm yra daugiau 90 %. Į mišinį dedama 0,2–0,4 % nuo bendros masės. Naudojami įvairios paskirties sausuosiuose mišiniuose: cementiniuose ir gipsiniuose tinkų, glaistų, mūro, plytelių klijų ir kituose mišiniuose.

4.12. Konservantai

Tai medžiagos apsaugančios mineralinius mišinius nuo biologiškai aktyvių bakterijų, grybų, pelėsių susidarymo ir dauginimosi.

CA 24-E – konservantas kristalinė baltos spalvos arba bespalvė 0,94 g/cm³ tankio neutrali, bekvapė, bedulkė miltelių pavidalo hloacetamidų pagrindu vandenyje tirpi įmaiša. Naudojama rūgščioje ir šarminėje terpėje. Esant $pH > 10$ gali vykti hidrolizės reakcija su kitomis medžiagomis. Stipriai toksiška medžiaga, todėl naudojant būtina tai įvertinti. Konservantu sustabdoma arba neleidžiama vystytis mikroorganizmams, biologiškai aktyvioms bakterijoms, grybams pelėsiams mineralinėse medžiagose. Įdedant didesnę konservanto kiekį atsiranda bakteriocidinis veikimas. Orientaciniai dedama CA 24-E į dispersinius sausuosius mišinius 0,1–0,3 % nuo mišinio masės. Rekomenduojama atlikti bandomuosius testus įmaišos kiekiui parinkti [48].

Ant pakuotės pagal ES direktyvą 1995/45/EG CA 24-E įmaiša turi turėti specialią markiruotę, žyminčią, kad tai nuodinga medžiaga. Žymuo Xn – rodo pavojingumą žmogaus sveikatai. Gali būti ir kiti žymėjimai, jeigu produkto koncentracija pakuotėje yra mažesnė.

4.13 Neorganiniai priedai (įmaišos–microsilika)

ASTM C1240-03 (Elkem; Norvegija) – neorganiniai priedai yra silicinės mikrodulkės. $\text{SiO}_2 > 85 \%$. Tai dispersiškos dalelės, kurių savitasis paviršius ne mažesnis kaip $15000 \text{ cm}^2/\text{g}$. Silicinės mikrodulkės susidaro gaminant silicio ir ferosilicio lydinius, krosnių elektros lanke redukuojant labai švarų kvarcą anglimi. Jie yra smulkesni už cemento daleles ir telpa į cemento dalelių sudarytas tuštumas, tuomet padidėja cemento akmens tankis, pagerėja cemento granulimetrinė sudėtis, santykinai sumažėja vandens poreikis, skaičiuojant pagal dispersinės fazės kiekį ir padidėja stiprumas, nes kietosios dalelės turi daugiau lietimosi taškų, kuriuose ryškesnė van-der-Valso jėgų įtaka. Cemento tešlos tūris beveik nepadidėja, o padidėja tik jos tankis. Labai smulkios dalelės turi ir ypatingų savybių, todėl priedų kiekiai parenkami pagal pradinio bandymo rezultatus. Naudojant silicines mikrodulkes, tai jų kiekis nustatomas, atsižvelgiant į vandens ir cemento santykį: silicinės mikrodulkės ir cementas $\leq 0,11$ pagal masę [19].

Kaip smulkus mineralinis priedas sausuosiuose mišiniuose naudojami ir lakieji pelenai, kurių dispersiškumas atitinka silicinių mikrodulkių smulkumą.

Lakieji pelenai gali būti siliciniai aliuminatiniai ir siliciniai kalciniai. Jie turi pucolanines savybes, o siliciniai kalciniai ir hidraulines savybes. Naudojami elektrostatiniais ir mechaniniais filtrais sugaudyti pelenai. Siliciniai pelenai tai sferinių dalelių milteliai sudaryti iš aktyvaus SiO_2 ir Al_2O_3 , likusią dalį sudaro Fe_2O_3 ir kiti oksidai. Aktyvaus CaO kiekis neturi viršyti 5 %. Kalciniai pelenai taip pat yra smulkūs milteliai, turintys pucolanines savybe. Pagrindinę jų dalį sudaro aktyvūs CaO, SiO_2 ir Al_2O_3 , o likusią dalį sudaro Fe_2O_3 . CaO kiekis turi būti didesnis už 5 %.

Didžiausias priimtinas lakiųjų pelenų kiekis turi atitikti reikalavimą: lakieji pelenai ir cementas $\leq 0,33$ pagal masę.

III. TYRIMŲ METODIKA IR TYRIMAMS NAUDOTŲ ŽALIAVŲ CHARAKTERISTIKA

Tam tikslui pasirinkti slankieji ir savaime išsilyginantys mišiniai (5.1 lentelė).
Panaudotos medžiagos:

1. Portlandcementis CEM I 52,5 R – greito kietėjimo, AB „Akmenės cementas“.
2. Smėlis – Giraitės 1 telkinio, Varėnos raj., trakcionuotas.
3. Aliuminatinis cementas – greitai kietėjanti, hidraulinė rišamoji medžiaga – GORKAL 40, Lenkija.
4. Įmaiša (putų gesintoja) – Defomex AP 122, įmonė „RAIDAH“.
5. Denka CSA 20 įmaiša, Vokietija.
6. Denka SC1 įmaiša, Vokietija.
7. Mikroužpildai – AB „Klovainių skalda“.
8. Slankumo įmaiša – Esamid NA, Rusija

5.1 lentelė. Mišinių sudėtys

Medžiagos pavadinimas	Slankiųjų mišinių sudėtys		Savaime išsilyginančių mišinių sudėtys		
	Eksperimentinis bandinys	Kontrolinis bandinys	Eksperimentinis bandinys su 2 įmaišom	Eksperimentinis bandinys su 1 įmaiša	Kontrolinis bandinys
Portlandcementis CEM I 52,5 R	35,0 %	35,0 %	28,8 %	27,0 %	15,0 %
Mikroužpildai	3,5 %	3,5 %	–	–	–
Smėlis (frakcija 0,14-1 mm)	60,0 %	56,5 %	62,6 %	62,6 %	64,6 %
Slankumo įmaiša	1,0 %	1,0 %	–	–	–
Įmaiša (putų gesintoja)	0,5 %	0,5 %	–	–	–
Denka SC1 įmaiša	–	–	7,5 %	10,0 %	–
Denka CSA20 įmaiša	3,5 %	–	0,7 %	–	–
Aliuminatinis cementas	–	–	–	–	15,0 %
Vandens kiekis mišinyje	17 %	17 %	16 %	16 %	16 %
V/C santykis	0,49	0,49	0,56	0,59	0,52
V/R santykis	0,44	0,41	0,43	0,43	0,45

Portlandcementis yra pagrindinė klasikinė hidraulinė rišamoji medžiaga. Sausiesiems mišiniams tinkamiausias gryniasias portlandcementis (CEM I), nes kituose portlandcemenčiuose yra daug pucolaninių priedų (granuliuoto šlako, mikrodulkių, pelenų, skalūno, klinties arba priedų mišinių). Portlandcementis (CEM I) yra medžiaga, gaunama smulkiai sumalus portlandcemenčio klinkerį su gipso ($SO_3 \leq 4 \%$) priedu [1].

Portlandcementis (CEM II) cementas, į kurio sudėtį gali būti įdėta portlandcemenčio klinkeris, gipsas, ir priedai: granuliuotas aukštakrosnių šlakas (6–35 %), SiO_2 mikrodulkės (6–10 %), klintis (6–35 %), aktyvūs mineraliniai priedai (6–35 %), pelenai (6–35 %), degtas skalūnas (6–35 %), arba šių priedų mišiniai (6–35 %) [4].

Pagrindinės portlandcemenčių savybės apibrėžtos standartais [LST EN 196-1 ir 196-3]: stipris gniuždant; vandens kiekis normaliai tirštai tešlai gauti; rišimosi terminai (pradžia ir pabaiga); tūrio pastovumas kietėjimo metu.

Svarbiausias cemento kokybės rodiklis yra cemento klasė arba aktyvumas. Šie rodikliai nustatomi gniuždant ir cemento, etaloninio smėlio (1:3) ir esant vandens–cemento santykiui ($V/C=0,5$) suformuotas prizmes ($4 \times 4 \times 16$ cm) po 2, 7 ir 28 parų kietėjimo standartinėse sąlygose. Suformuotos prizmės 1 parą laikomos virš vandens, o vėliau 27 paras nustatytos temperatūros vandenyje. Pagal stiprį gniuždant portlandcementis būna 32,5; 42,5; 52,5 klasių.

Paprastojo portlandcemenčio sumalimo smulkumas būna 280–300 m^3/kg . Cemento sumalimo smulkumas nustatomas Bleino prietaisu [LST EN 196–6].

5.2 lentelė. CEM I portlandcemenčio savybės [19]

Savitasis tankis	3000–3200 kg/m^3
Piltinis tankis	900–1000 kg/m^3
Talpyklose supilto cemento piltinis tankis	1400–1700 kg/m^3
Normaliai cemento tešlai sunaudotas vandens kiekis	21–28 %
Tūrio pastovumas kietėjimo metu	≤ 10 mm
Rišimosi pradžia (cemento klasė 32,5 ir 42,5)	≥ 60 min
Rišimosi pradžios laikas (cemento klasė 52,5)	≥ 45 min
Stipris gniuždant po 28 parų (stiprio klasė 32,5)	36–46 MPa
Stipris gniuždant po 28 parų (stiprio klasė 42,5)	46–52 MPa
Stipris gniuždant po 28 parų (stiprio klasė 52,5)	≥ 52 MPa
Sumalimo smulkumas	280–300 m^3/kg

Smėlis – tai nuosėdinė uoliena. Susideda iš 0,05–4 mm skersmens įvairios formos (kampuotų, apzulinėtų) mineralų grūdelių, daugiausia kvarco, feldšpatų, žėručio. Būna

balkšvos spalvos (tai priklauso nuo kvarco kiekio); o kitas spalvas lemia priemaišos: žalia – glaukonitas, geltoną, rusvą, rudą – geležies oksidai ir hidroksidai, pilką, juosvą – anglingos priemaišos. Iš vieno mineralo grūdelių sudarytas smėlis vadinamas monomineraliniu (tai dažniausiai kvarcinis smėlis), iš dviejų – oligomiktiniu, iš daugelio mineralų (tai dažniausiai gamtoje sutinkamas) – polimiktiniu. Pagal vyraujančius mineralus būna: kvarciniai, karbonatiniai, geležingieji, molingieji, žvirgždingieji, gipsiniai ir kt. smėliai. Pagal vyraujančių dalelių dydį smėlis būna labai smulkus, smulkus, vidutinis, stambus, labai stambus (suskirstymas priklauso nuo pasirinktos klasifikacijos). Smėliai būna aliuvinės, eolinės, jūrinės, ežerinės, ledyninės, aleuritinis ir kitokios kilmės [6].

Žemės plutoje smėliai formavosi nuo archėjaus laikų, yrant įvairioms uolienoms, organizmų griaučių kietosioms liekanoms. Randamas visose geologinėse sistemose. Senesnėse geologinėse sistemose yra daug susicementavusio smėlio (smiltainio).

Lietuvoje daugiausia yra devono, kreidos, neogeno, kvartero sistemų smėlių. Vienmineralio kvarcinio smėlio yra Anykščių rajone, Šventosios krantuose. Daugiamineralių didžiausi pramoniniai telkiniai – Giraitės, Sandrupio (Varėnos raj.), Nemakščių (Raseinių rj.) ir kitose vietovėse. Skiediniams naudojamas neužterštas priemaišomis rūšiuotas–sijotas smėlis. Dalelių dydžiai – 0,25–4 mm.

Aleuritai (arba dulkės) užima tarpinę padėtį tarp smėlio ir molio. Jų spalva pilkai gelsva, rusva. Aleuritai – tai labai poringa uoliena. Jos poringumas siekia iki 55 %, lengvai išmirksta vandenyje. Aleuritų kiekis užpilduose ribojamas.

Amfibolitas metamorfinė uoliena. Susidaręs daugiausia iš amfibolo ir plagioklazo. Struktūra kristalinė. Kristalinę gardele sudaro dvigubos silicio ir deguonies tetraedrų grandinės, prie kurių prisijungę aliuminio, natrio, geležies ir kt. elementų oksidai. Tekstūra masyvi arba sluoksniuota. Spalva žalia, juoda. Pagrindinės atmainos: pirokseno amfibolitai, granito amfibolitai, kvarco amfibolitai. Šalyje yra kristaliniame pamate, nuosėdinių uolienų telkiniuose. Labai stiprus užpildas. Sutrupintas ir surūšiuotas pagal frakcijas naudojamas apdailos mišinių gamybai.

Aliuminatinis cementas – tai greitai kietėjanti hidraulinė rišančioji, Cheminė sudėtis parenkama taip, kad cemento klinkeryje būtų daugiausia žemo bazingumo kalcio aluminatai (CA, CA₂) [40].

Aliuminatinio cemento sudėtį tiksliai apibūdina jo minerologinė sudėtis, kuri nusakoma C/A santykiu. Kai šis santykis lygus vienetui, aliumininis cementas yra monoaliumininis ir jį sudaro mineralas CA, kai santykis lygus 0,5 cementas yra

dialuminatinis ir jį sudaro mineralas CA_2 , o kai santykis > 1 cementas yra aukštabazis aluminatinis. Pastarajame cemente, be CA, yra didesnio bazingumo aluminatų ($C_{12}A_7$ arba C_5A_3).

Aliuminatinių cementų žaliavos yra klintys arba kreida ir boksitai. Boksitus sudaro du mineralai $HA_2O(Al_2O_3 \cdot H_2O)$ – diasporas arba biomitas ir $H_3AlO_3(Al_2O_3 \cdot 3H_2O)$ – hidrargilitas arba gipsitas. Svarbiausias boksitų tinkamumo aluminatiniams cementams gaminti rodiklis yra jame esančio A/S oksidų santykis – vadinamasis kokybės koeficientas. Pageidautina, kad A/S būtų 5–6, bet ne mažesnis kaip 2. Pastarajame cemente, be CA, yra didelio bazingumo aluminatų [17].

Aliuminatinis cementas pradeda rišti ne anksčiau kaip po 30 min., pabaigia ne vėliau po 12 val. Kietėjant šiam cementui, per pirmąją parą išsiskiria 70–80 % visos hidratacijos šilumos, tuo tarpu kietėjant portlandcemenčiui toks šilumos kiekis išsiskiria per 7 paras. Šilumos išsiskyrimas aluminatiniame cemento kietėjimo pradžioje yra teigiamas reiškinys, nes susidaro daug smulkiakristalių ir koloidinių hidratų, kurie suaugdami sudaro stiprų cementinio akmens karkasą. Svarbu, kad temperatūra nepakiltų aukščiau 25 °C. Aliuminatinio cemento akmens tankis yra didesnis negu portlandcemenčio. Išskirtinė aluminatinio cemento savybė – spartus stiprumo didėjimas. Pasibaigus rišimosi pradžios laikui, cemento akmens stiprumas siekia daugiau 30 % jo klasės stiprumo, po vienos paros – apie 90 %, o po trijų parų pasiekama klasės stiprumo riba [19].

Aliuminatiniai cementai yra pagrindinė savaime išsilyginančių grindų ir kaitrai atsparių mišinių gamybai naudojamų cementų. Į šalį daugiausia patenka Lenkijoje gaminami Gorkal cementai

Aliuminatiniai cementai gaminami Gorkal, 5.3 lentelėje pateikiamos šių cementų savybės:

5.3 lentelė. Gorkal gaminamų aluminatinių cementų savybės

Cemento savybės	Cemento prekybinis pavadinimas		
	Gorkal 40	Gorkal 50	Gorkal 70
Al_2O_3 kiekis, %	apie 40	50–52	> 70
Stipris po paros kietėjimo, MPa	24 (gniuždant)	40–45	30–40 (gniuždant) 6 (lenkiant)
Savitasis paviršius, m^2/kg	apie 300	320–350	apie 420
Kietėjimo pradžia, min.	40–120	90–240	> 40
Kietėjimo pabaiga, h	6–8	5–8	8–10
Naudojimo temperatūra, °C	iki 1300	1500	iki 1700

Gorkal cementų naudojimo sritys tokios pačios, kaip ir atitinkamos cheminės sudėties „Lafarge fondu international“ firmos gaminamų cementų. Aliuminatinis cementas „Lafarge“ per 24 kietėjimo valandas pasiekia tokį patį stiprumą, kaip aukščiausios klasės portlandcementis. Ugniai atsparumas 1270 °C, piltinis tankis 1150 kg/m³, savitasis paviršius pagal Bleiną 290–350 m²/kg, savitasis tankis 3150–3250 kg/m³. Be to, šis cementas pasižymi atsparumu korozijai, abrazyvų poveikiui. Dėl didelio šilumos išsiskyrimo hidratacijos metu jis tinkamas naudoti žemoje temperatūroje iki minus 10 °C. Visų cementų hidratacijos procesas yra egzoterminė reakcija: formuojantis kristalohidratams išsiskiria didelis šilumos kiekis [36]. Palyginimui su portlandcemenčių pateikiame 5.4 lentelėje išsiskiriančios šilumos kiekius hidratacijos procese [19].

5.4 lentelė. Išsiskirianti šiluma skirtingų cementų hidratacijos procese

Cemento rūšis	Išsiskirianti šiluma kietėjimo procese, cal/g				
	1 diena	3 dienos	7 dienos	28 dienos	90 dienų
Aliuminatinis cementas	76–90	79–93	79–94	–	–
Portlandcementis	23–45	43–65	45–75	65–95	80–100

Malimo metu dedami pucolanai, sujungiantys kalcio hidroksidą į mažai tirpius kalcio hidrosilikatus, labai sumažina išsūdų susidarymą dekoratyviųjų apdailų paviršiuje. To paties galima pasiekti į baltąjį cementą pridėjus hidrofoбиниų priedų.

Defomex AP 122 – tai baltos spalvos angliavandenilių ir inertinių miltelių 0,80–0,9 g/cm³ piltinio tankio mišinys, naudojamas cementiniuose ir gipsniuose įvairios paskirties: savaime išsilyginančių grindų, glaistų, siūlių rievėjimo, plytelių klijų ir statybiniuose kituose sausuosiuose mišiniuose. dedama į mišinius 0,3–0,6 % nuo mišinio masės.

Denka CSA20 – didina cemento kietėjimo metu chemiškai surišto vandens kiekį ir greitina kristalinės fazės susidarymą cemento akmenyje, tuo pačiu greitina kietėjimo procesą. Kristaliniai hidratų užpildo esančias poras cemento akmenyje, sumažindami susitraukimo deformacijas, didina cemento akmens stiprumą. Tai kalcio monosulfopaliuminatas, kurio pagrindinėje sudėtyje yra kalcio oksido, gipso ir boksitų. Sausųjų miltelių tankis 2,93 g/cm³, dispersiškumas 2 280 cm²/g. Cheminė CSA sudėtis pateikiama 5.5 lentelėje [19].

5.5 lentelė. Įmaišos DENKA CSA20 cheminė sudėtis (%)

Kaitmenys	Netirps dalys	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Laiso CaO
1,0	1,4	4,0	10,0	1,2	52,5	0,6	28,3	16,0

DENKA CSA sudaro trys pagrindiniai mineralai:

- $3\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4$;
- CaO;
- CaSO_4 .

Iš šių mineralų susidaro du pagrindiniai hidratai:

- $3\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ – adatinės formos kristalai;
- $3\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$ – heksagonaliniai plokšti etringito kristalai.

Denka SC1 įmaiša – kietėjimo metu sąveikauja su pagrindine rišamąja medžiaga ir plečiasi (5.6 lentelė) [19].

5.6 lentelė. Įmaišos DENKA SC1 cheminė sudėtis (%)

Al ₂ O ₃	CaO	SO ₃
25	45	30

Denka SC1 įmaiša naudojama savaime išsilyginantiems grindų, remontiniams, ankeravimo, tamponavimo mišiniams gaminti.

Mikroužpildai. Daugiausia užpildų gaunama iš gamtinių uolienų. Jos specialiai išžvalgomos, iškasamos ir perdirbamos: išvalomos, trupinamos, rūšiuojamos ir tiekiamos glaistų, plastmasių bei kitų statybos produktų gamintojams. Trupinant gamtines uolienas, gaunami labai smulkūs milteliai – vadinami **mikroužpildais**. Jie gerina kompozitų struktūrą, fizikines ir mechanines savybes, yra nepakeičiamas skiedinių, sausųjų mišinių, plastmasių, hermetikų, dažų priedas.

Esamid NA – smulkūs balti hidrosilpropilo krakmolo milteliai, suteikiantys mišiniams patvarumo, gerai tirpstantys vandenyje.

Bandymams pasirinktos slankiųjų ir savaime išsilyginančių mišinių sudėtys. Panaudotos dvi įmaišos DENKA CSA20 ir DENKA SC1.

Slankiesiems mišiniams tirti buvo panaudota DENKA CSA20 įmaiša. Naudotos dvi sudėtys: su įmaiša ir be jos. Atlikti gniuždymo, traukimosi ir plėtimosi deformacijų bei sukibimo su pagrindu stiprio bandymai.

Savaime išsilyginantiems mišiniams ištirti buvo panaudotos DENKA CSA20 ir DENKA SC1 įmaišos. Naudotos trys sudėtys: viena – su DENKA SC1 įmaiša, antra – su DENKA CSA20 ir DENKA SC1 įmaišomis ir trečia – be jų. Atlikti gniuždymo ir traukimosi deformacijų bandymai.

Plėtimosi ir traukimosi deformacijų bandymams buvo ruošiami bandiniai: 40X40X160 mm. Gniuždymo bandymams ruošiami bandiniai: 40X40X160 mm. ir panaudotos jų pusinės. Kietinimas atliekamas normaliomis sąlygomis. Gniuždymo bandymai atliekami pagal standartinę metodiką [LST EN 1015-11:2004].

Traukimosi ir plėtimosi deformacijos yra matuojamos komporatoriumi (1 ir 2 priedas) [12]. Bandymai atliekami pagal standartą LST 1413.7 1997.

Sukibimo su pagrindu stiprio nustatymai bandomuoju pagrindu naudota betoninė plokštė (550x150x50 mm). Sumaišytas slankusis skiedinys klojamas ant pagrindo. Bendras skiedinio sluoksnio storis turi būti 10 mm $\pm$ 1 mm. Kietinimas atliekamas normaliomis sąlygomis – 28 paras. Po kietėjimo išpjunami 50 mm skersmens bandiniai. Tempimo antgaliai priklijuojami klijais bandomųjų paviršių centre. Bandymo mašina (3 priedas) tempimo apkrovą perduoda statmenai į bandomąjį paviršių (4 priedas). Apkrova paduodama be smūgių ir pastoviu greičiu [11]. Bandymas atliekas pagal standartą LST EN 1015-12:2004.

Bandymai, kai bandinys trūksta per klijų sluoksnį tarp tempimo antgalio plokštelės ir skiedinio, laikomi netinkamais.

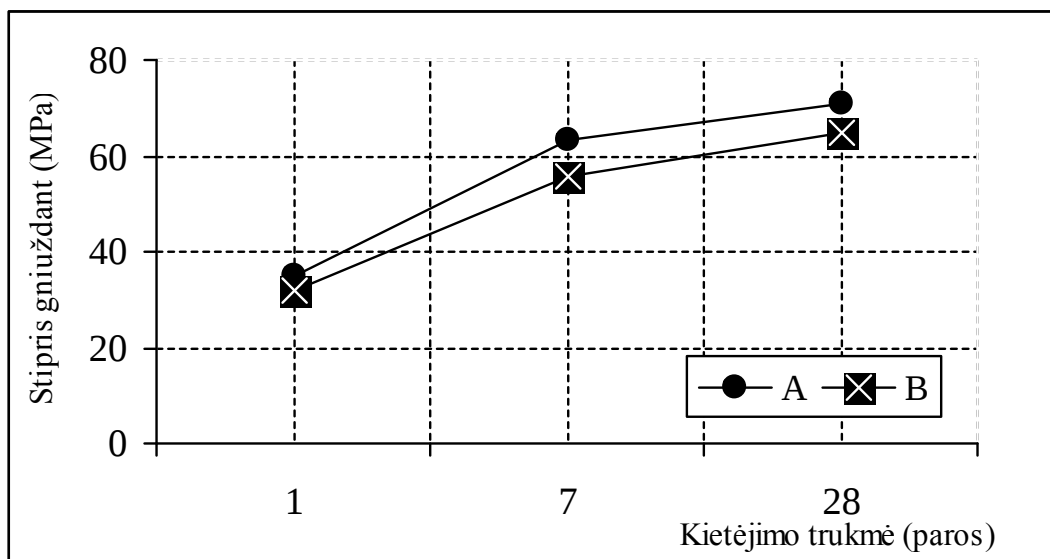
Tyrmų rezultatai pateikiami IV dalyje.

IV. EKSPERIMENTINIŲ TYRIMŲ REZULTATAI

6. Slankiųjų mišinių tyrimų rezultatai

Bandymams naudotos dvi slankiųjų mišinių sudėtys. Paruošti eksperimentiniai bandiniai su įmaiša Denka CSA20 (3,5 %) ir kontroliniai bandiniai be jos.

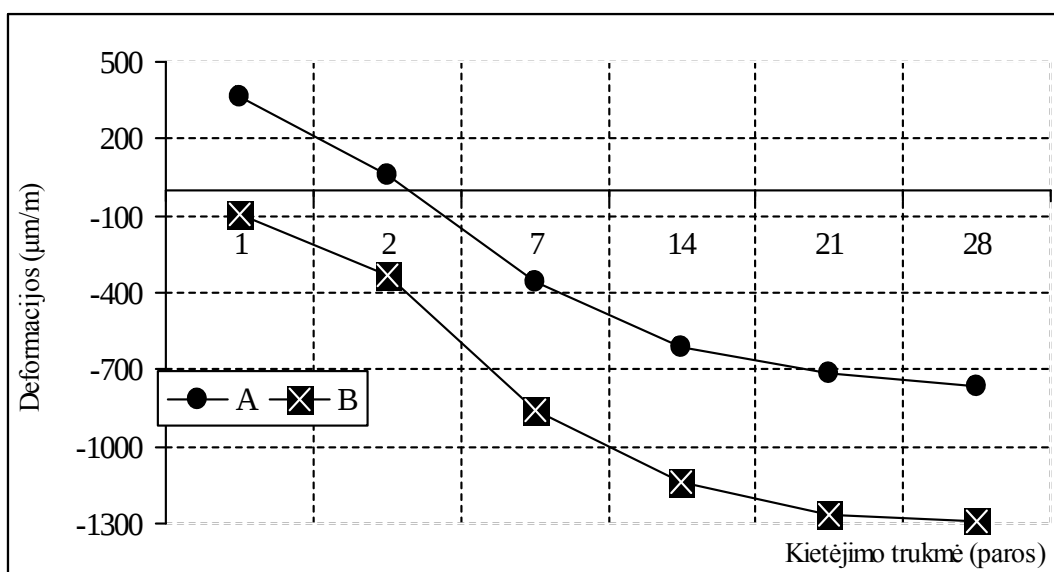
Bandinių stiprio gniuždant bandymų rezultatai pateikiami 6.1 pav.



6.1 pav. Slankiųjų mišinių stiprio gniuždant priklausomybės: A – su įmaiša Denka CSA20, B – be įmaišos

Eksperimentiniai bandiniai (A) su įmaiša Denka CSA20, o kontroliniai bandiniai (B) be jos. Atlikus bandymus, buvo nustatyta, kad stipruminės savybės eksperimentinių bandinių (A), kur buvo įdėta įmaiša Denka CSA20 ir po 28 parų kietėjimo pasiekiamas beveik 71 MPa stipris.

Slankiųjų mišinių bandymų gniuždant traukimosi ir plėtimosi deformacijų priklausomybės nuo kietėjimo laiko pavaizduotos 6.2 pav.



6.2 pav. Slankiųjų mišinių traukimosi ir plėtimosi deformacijos: A – su įmaiša Denka CSA20, B – be įmaišos

Eksperimentiniai bandiniai (A) su įmaiša Denka CSA20 efektyviau sumažina savaiminio susitraukimo deformacijas, beveik 530 $\mu\text{m/m}$ po 28 parų kietėjimo, negu kontroliniai bandiniai (B) be jos.

Susidarę kelių mikronų didumo etringito kristalai kaupiasi gelinėje cementinio akmens dalyje rišimosi metu sutankina cementinį akmenį, nesudarydami papildomų tempimo įtempimų dirbinyje, bet žymiai sumažindami susitraukimo deformacijas. Plėtimosi deformacijos atsiranda kietėjant rišamajai medžiagai, sutankėjat mišinio struktūrai. Be to, sumažėja sukietėjusio skiedinio vandens pralaidumas. Kietėjančio mišinio plėtimasis vyksta per pirmas 2 kietėjimo paras. Plėtimosi deformacijų charakteristika pateikiama paveiksle (6.2 pav.) [31].

Sausieji mišiniai yra polidispersinė sistema, dalis smulkiųjų dalelių įsiterpia tarp stambesniųjų, padidėja dispersinės fazės santykinis tankis, todėl įmaišos priedas žymiai sumažina sausąją trintį ir dėl etringito susidarymo išsivysto plėtrioji deformacija [31].

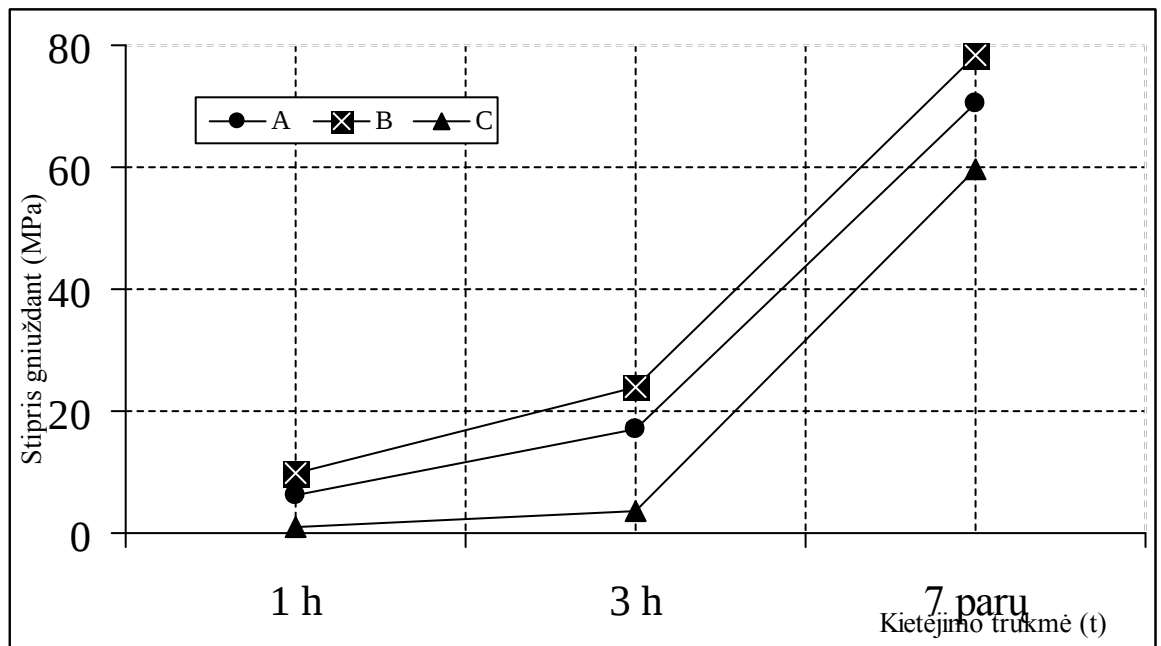
Paskutiniai bandymai atlikti su slankiaisiais mišiniais tai sukietėjusio skiedinio sukibimo su pagrindu stiprio nustatymas (6.1 lentelė).

6.1 lentelė. Slankiųjų mišinių sukibimo su pagrindu stipris po 28 parų kietėjimo

Kietėjimo trukmė	Eksperimentinis bandinys	Kontrolinis bandinys
28 paros	>2,7 MPa	2,7 MPa

7. Savaime išsilyginančių mišinių tyrimų rezultatai

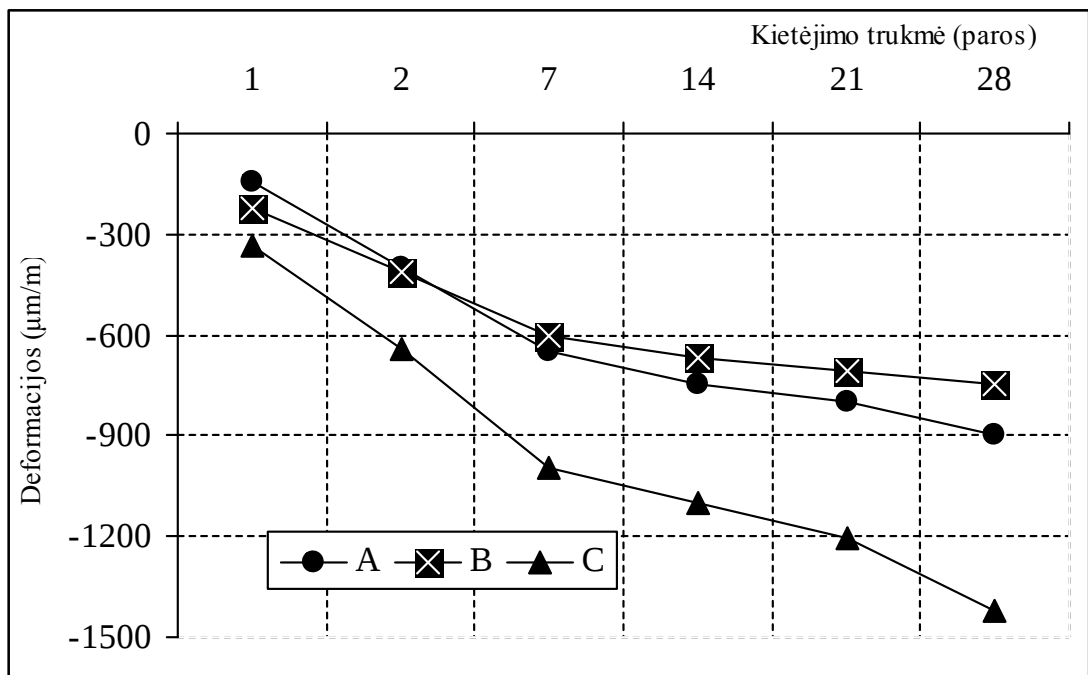
Bandymams naudotos trys savaime išsilyginančių mišinių sudėtys. Eksperimentiniai bandiniai panaudojant dvi įmaišas Denka SC1 ir Denka CSA20, atitinkamai 7,5 % ir 0,7 %. Taip pat eksperimentiniai bandiniai su įmaiša Denka SC1 (10 %) ir kontroliniai bandiniai be įmaišų. Atliktų stiprio gniuždant bandymų rezultatai pateikiami 7.1 pav.



7.1 pav. Savaime išsilyginančių mišinių stiprio gniuždant priklausomybės: A – su įmaišomis Denka CSA20 ir SC1, B – su įmaiša Denka SC1, C – be įmaišų

Eksperimentiniai bandiniai su dviem įmaišomis (A) Denka SC1 ir Denka CSA20, eksperimentiniai su viena įmaiša (B) Denka SC1 ir kontroliniai bandiniai (C) be įmaišų. Geriausios stipruminės savybės gaunamos eksperimentinių bandinių su viena įmaiša (B), kur gaunamos beveik 9 MPa geresnis rezultatas negu eksperimentinių bandinių su dviem įmaišomis (A) po 7 dienų kietėjimo. Silpniausios stipruminės savybės gautos kontrolinių bandinių (C) be įmaišų.

Savaime išsilyginančių mišinių bandymų traukimosi deformacijų rezultatai nuo kietėjimo laiko pavaizduoti 7.2 pav.



7.2 pav. Savaime išsilyginančių mišinių traukimosi deformacijos: A – su įmaišomis Denka CSA20 ir SC1, B – su įmaiša Denka SC1, C – be įmaišų

Mažiausias traukimosi deformacijos gaunamos eksperimentinių bandinių, panaudojant vieną įmaišą (B) Denka SC1. Šiek tiek didesnės traukimosi deformacijos gaunamos eksperimentinių bandinių (A) su dviem įmaišomis. Didžiausios traukimosi deformacijos gaunamos kontrolinių bandinių (C) be įmaišų.

Sukietėjusio mišinio traukimaši mažinančios įmaišos plačiausiai naudojamos savaime išsilyginančiųjų grindų įrengimui. Sukietėję skiediniai neturi supleišėti ir nesideformuoti. Įdėjus 7,5–10 % Denka CSA 20 arba Denka SC1 įmaišos žymiai sumažėja traukimosi deformacijos, pastebimas nežymus išsiplėtimas, naikinant cemento kontrakcines deformacijas cemento kietėjimo metu. Be to, vietoj aliuminatinio cemento galima naudoti įprastinį greitai kietėjantį portlandcementį.

IŠVADOS

Apžvelgus sausųjų statybinių mišinių įvairovę bei jų technologijoje naudojamų modifikuotų priedų–įmaišų ypatumus ir išanalizavus literatūros šaltinius galima daryti šias išvadas:

1. Esant metilceliuliozės mišinyje iki 0,05 %, jos dalelės yra išsisklaidžiusios tarp cemento grūdelių ir adsorbuojasi jų aktyviojoje dalyje, tuo sulėtėja cemento hidratacijos procesas.

2. Padidinus cemento skiedinyje metilceliuliozės kiekį, ji polimerizuojasi, sudarydama ištisinę plėvelę ir išlaisvindama aktyvius klinkerio grūdelius nuo jos poveikio, tuo pagreitindama cemento hidrataciją, nes lieka daugiau vandens mišinyje.

3. Disperguojantys vandenį sulaikantys priedai–įmaišos didina ne tik adheziją su pagrindu, bet ir mažina susitraukimo deformacijas, gerina vandens sulaikymą ir įsiurbimą.

4. Įdėjus į mišinį iki 0,2 % vandenį sulaikančių įmaišų, vandens sulaikymas padidėja iki 8 %.

5. Įdėjus į mišinį skystiklių/plastiklių, nekeičiant mišinio konsistencijos, vandens kiekį galima sumažinti daugiau nei 5 %, taip pat padidinti mišinio slankumą/sklidumą.

6. Įdėjus į mišinį superskystiklių/superplastiklių, nekeičiant mišinio konsistencijos, vandens kiekį galima sumažinti daugiau nei 12 %. Sukietėjusio mišinio stipris gniuždant, palyginti su kontroliniu bandiniu, po 1 paros kietėjimo didesnis nei 140 %, o po 28 parų – didesnis nei 115 %.

Atlikus tyrimus ir apibendrinus gautus tyrimų rezultatus, pateikiu šias išvadas:

7. Tyrimų rezultatai parodo, kad panaudojus redisperguojančius modifikatorius – įmaišas Denka CSA20 ir Denka SC1 yra tikslinga naudoti slankiesiems ir savaime išsilyginantiems mišiniams.

8. Panaudojus įmaišas Denka CSA20 ir Denka SC1 slankiųjų bei savaime išsilyginančių mišinių technologijoje, tyrimų rezultatai parodo, kad gauname didesni mišinių stiprumą.

9. Tyrimuose naudojant susitraukimą mažinančias Denka CSA20 ir Denka SC1 įmaišas, sukietėję slankieji arba savaime išsilyginantys mišiniai praktiškai nesitraukia, o išsiplėtimo deformacijos naikina portlandcemenčio kontrakcines deformacijas.

10. Pabrėžiu, kad įmaišų naudojimas sausųjų mišinių technologijoje iš esmės pagerina mišinių pagrindines savybes, tačiau nemažai padidina gauto produkto savikainą.

LITERATŪRA

1. Balandis V., Jasiukevičius V., Martynaitis M., Strazdas K. Silikatų technologijos pagrindai. Vilnius, Mokslo ir enciklopedijų leidykla, 1995, p. 433.
2. Ciparis J. ir kt. Cheminės technologijos procesai ir aparatai. Vilnius, Mokslo, 1984, p. 456.
3. Deltuva J. ir kt. Statybinės medžiagos. Vilnius, Mokslo, 1982, p. 348.
4. Deltuva J. Heterogeninių mišinių struktūros analizė. Iš: Naujos statybinės medžiagos, konstrukcijos ir technologijos. 5-osios tarptautinės konferencijos medžiaga. IV tomas. Vilnius, Technika, 1997, p. 222–228.
5. Deltuva J. Cemento tešlos struktūros analizė. Iš: Statyba ir architektūra. Konferencijos medžiaga. Kaunas, Technologija, 1997, p. 164–169.
6. Deltuva J. Heterogeninių statybinių mišinių sandara. Kaunas, Technologija, 1998, p. 261.
7. LST EN 934-2:2003 Betono, statybinio ir injekcinio skiedinio įmaišiniai priedai. 2 dalis. Betono įmaišos. Apibrėžtys, reikalavimai, atitiktis, ženklinimas ir etikečių tvirtinimas. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2003, p. 1.
8. LST EN 1015-11:2002 Mūro skiedinio bandymo metodai. 11 dalis. Sukietėjusio skiedinio stiprio lenkiant ir gniuždant nustatymas Mūro skiedinio bandymo metodai. 11 dalis. Vilnius, Lietuvos standartizacijos departamentas, 2002, p. 11.
9. LST EN 1015-11:2002 (pataisa). Sukietėjusio skiedinio stiprio lenkiant ir gniuždant nustatymas Mūro skiedinio bandymo metodai. 11 dalis. Vilnius, Lietuvos standartizacijos departamentas, 2002, p. 11.
10. LST EN 1015-11:2004 Sukietėjusio skiedinio stiprio lenkiant ir gniuždant nustatymas. Vilnius, Lietuvos standartizacijos departamentas, 2002, p. 11.
11. LST EN 1015-12:2004 Mūro skiedinio bandymo metodai. 12 dalis. Sukietėjusių tinko skiedinių sukibimo su pagrindu stiprio nustatymas. Vilnius, Lietuvos standartizacijos departamentas, 2002, p. 9.
12. LST 1413.7:1997 Dokumentai. Statybinis skiedinys. Bandymo metodai. Skiedinio traukimosi – plėtimosi deformacijų nustatymas. Vilnius, Lietuvos standartizacijos departamentas, 1997, p. 11.

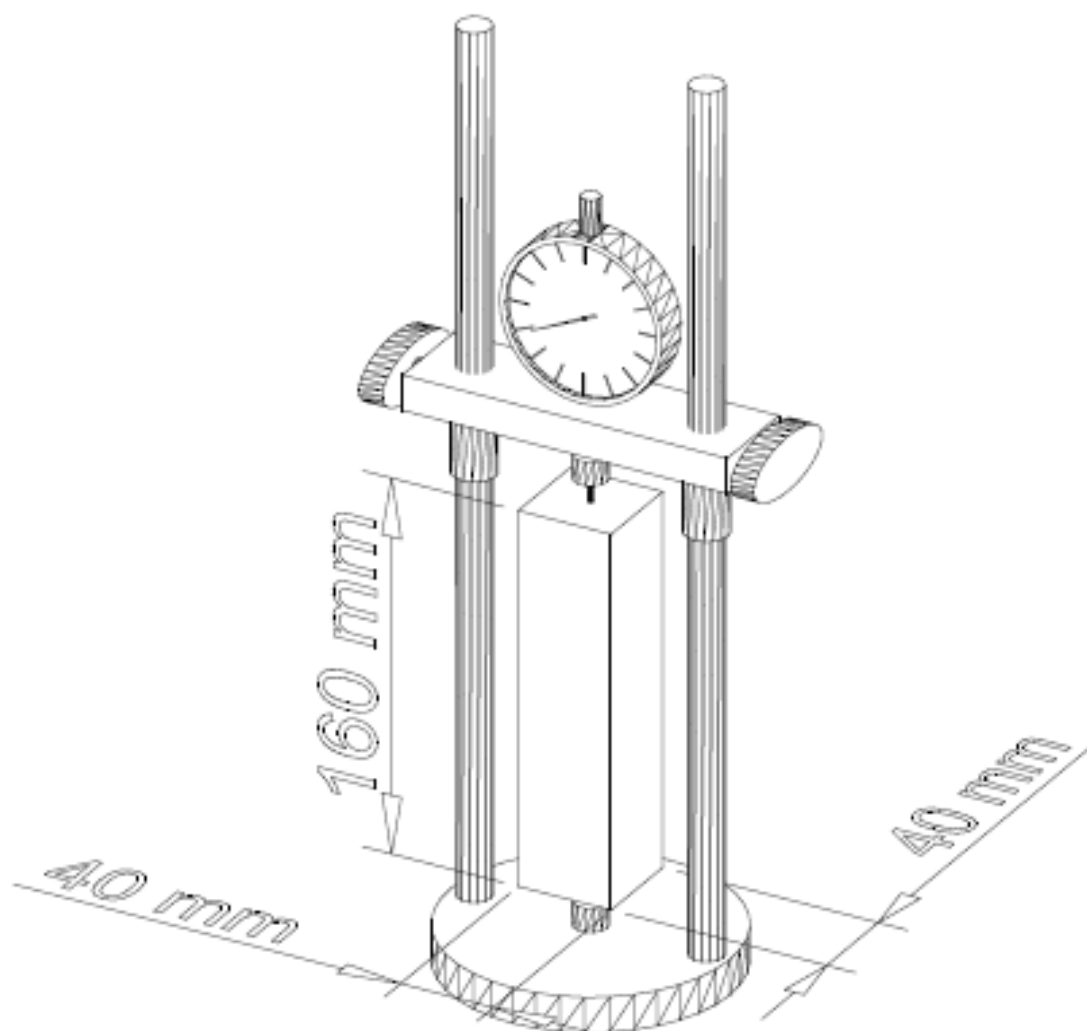
13. Marčiukaitis G., Naujokaitis A. Kompozitiniai statybiniai dirbiniai gyvenamajai statybai. Iš 3-osios tarptautinės konferencijos „Naujos statybinės medžiagos, konstrukcijos ir technologijos“ straipsniai. Vilnius, Technika, 1993, p. 369–375.
14. Martusevičius M., Kaminskas R., Mituzas R. Rišamųjų medžiagų cheminė technologija. Kaunas, Technologija, 2002, p. 271.
15. Naujokaitis A. Dekoratyvinio tankaus silikatinio betono mišinio sandų savybių įtaka dirbinių kokybei. Journal of Civil Engineering and Management. 2004, Vol X, p. 39–45.
16. Naujokaitis A. Medžiagų mokslas. Vilnius, Technika, 2005, p. 262.
17. Naujokaitis A. Sausų apdailos mišinių spalvos vienodumas. Journal of Civil Engineering and Management, 2003, Vol IX, p. 46–48.
18. Naujokaitis A. Statybinės medžiagos. Užpildai. Vilnius, Technika, 2006, p. 247.
19. Naujokaitis A. Statybinės medžiagos. Betonai. Vilnius: Technika, 2007, 354 p.
20. Naujokaitis A., Gailius A. Die Zusammenwirkung der Vibration der verschiedenen Intensität und der chemischen Zusätze auf die physikalisch-mechanischen Eigenschaften des Betons, Internationale Baustoff und Silikattagung, Die Artikel, Weimar, 1988, p. 191–197.
21. Naujokaitis A., Rimkevičius A. Apdailos silikatinų dirbinių makrostruktūros formavimas. Iš Naujos statybinės medžiagos, konstrukcijos ir technologijos 5-osios tarptautinės konferencijos medžiaga. IV t. Vilnius: Technika, 1997, p. 82–85.
22. Sadūnas A. Aliumosilikatinių dirbinių ilgaamžiškumas. Vilnius, VPU, 1997, p. 252
23. SD 11:2007 LST EN 771-2+A1:2005 Mūro gaminių techniniai reikalavimai. 2 dalis. Silikatiniai mūro gaminiai. Taikymo rekomendacijos. Vilnius, Lietuvos standartizacijos departamentas, 2005, p. 9.
24. Stanaitis V. ir kt. Medžiagotyra. Laboratoriniai darbai. Vilnius, Technika, 2000, 68 p.
25. Beton nach Norm, Prüfung, Aufl., Hrsg. Bundesverband der deutschen Zementindustrie, Köln und Bauberatung Zement, Beton –Verlag GmbH, Düsseldorf. 1990, p. 141

26. Clariant GmbH. Division Functional Chemicals, Industriepark. Kalle-Albert, Wiesbaden, 2006, p. 28.
27. Cordes R., Diestelmeier B., Linde I. Kalksandstein, Planung Konstruktion Ausführung. 5. Auflage. Hannover, 1999.
28. Distler D. Wassrige Polymerdispersionen Wiley-VCH, Weinheim, 1999.
29. Estimation of the Production of Dry Mortars in 2001, European Mortar Organisation, Duisburg, Germany.
30. Henning O., Knöfel D. Baustoffchemie, 4. Wiesbaden/Berlin, Bauferlag GmbH, 1994, p. 154.
31. Henning O., Knöfel D. Baustoffchemie, 4. Wiesbaden/Berlin, Bauferlag GmbH, 1994, p. 354.
32. Henning O., Knöfel D. Baustoffchemie. Bauverlag GmbH, Wiesbaden-Berlin, 1989, p. 196.
33. Konietzko A. The Application of Modern Dry, Factory Mixed, Mortar Products. ZKG (Zement, Kalk, Gips) International, 48, no. 12. 1985, p. 625–659.
34. Niemz P. Physik des Holzes und Holzwerkstoffe. Stuttgart, DRW Verlag, 1998, p. 211.
35. Schmitz J., Nauman S. Neues Wege im Geschößwohnungsbau. Köln, Verlagsgesellschaft R. Müller, 2000. p. 128.
36. Scholz W., Knoblauch H. Baustoffkenntnis. Düsseldorf, Werner –Verlag, 1995, p. 810.
37. Schulze W. Der Bauschtoff Beton und seine Technologie. Verlag für Bauwesen, Berlin, 1997, p. 129.
38. Weber H. Das Porenbeton, Handbuch, Planen und bauen mit system. Wiesbaden und Berlin, 1992, p. 202.
39. Науйокайтис А. Влияние горизонтально направленной вибрации на процесс формирования структуры и физико–механических свойств газосиликата. Дис. канд. техн. наук. Каунас, 1967, с. 22.
40. Павлов К. Ф., Романков П. Г., Носков А. А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Ленинград, Химия, 1987, с. 420.

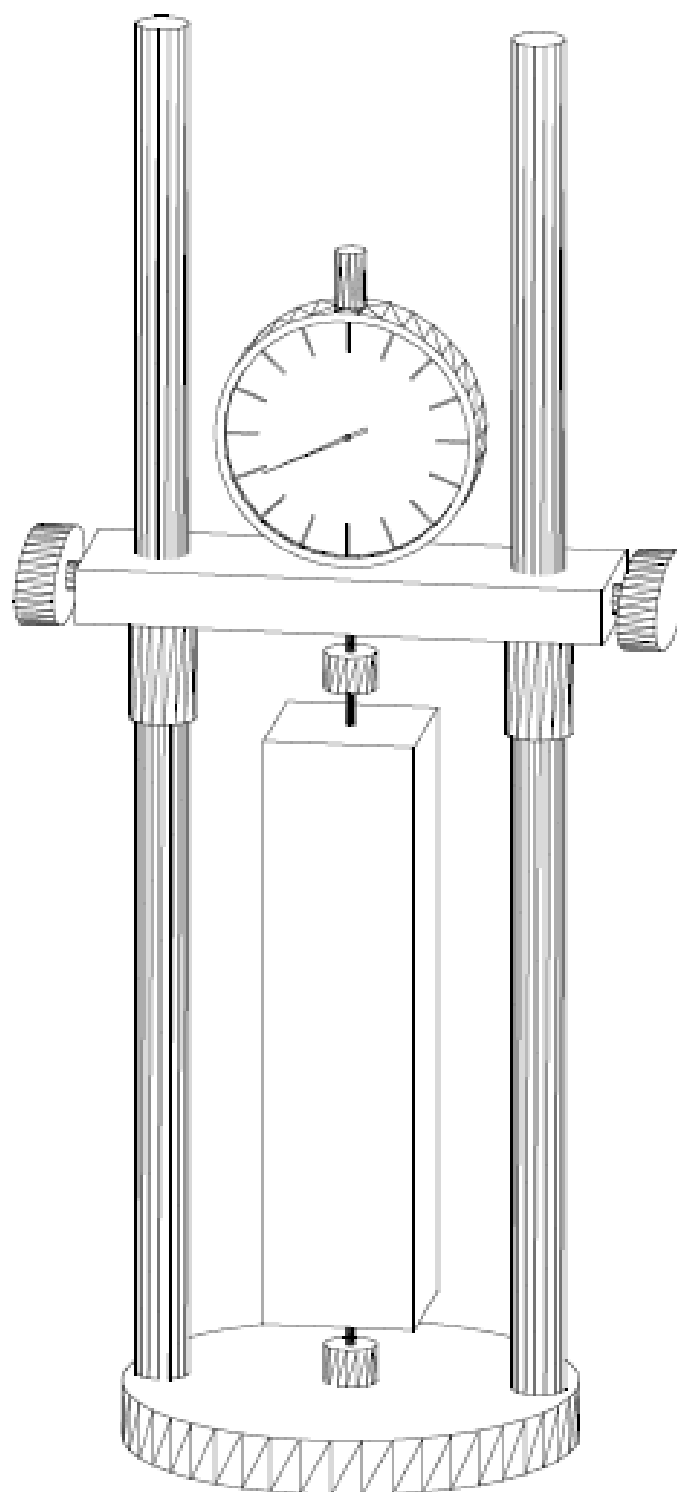
41. Рыбьев И. Открытие закона створа. Его сущность и значимость. В кн. Строительные материалы, технологии и оборудование XXI в. Москва: Стройиздат, 1999, с. 3–4.
42. Informacija apie modifikatorius–įmaišas bei jų panaudojimą [prieiga per internetą: <http://www.akzonobel.com> žiūrėta 2009-01-10].
43. Informacija apie modifikatorius–įmaišas bei jų panaudojimą [prieiga per internetą: <http://www.basf.com> žiūrėta 2009-01-10].
44. Informacija apie modifikatorius–įmaišas bei jų panaudojimą [prieiga per internetą: <http://www.bermocoll.com> žiūrėta 2009-01-15].
45. Informacija apie modifikatorius–įmaišas bei jų panaudojimą [prieiga per internetą: <http://www.clariant.com> žiūrėta 2009-01-10].
46. Informacija apie modifikatorius–įmaišas bei jų panaudojimą [prieiga per internetą: <http://www.daychemicals.com> žiūrėta 2009-01-05].
47. Informacija apie modifikatorius–įmaišas bei jų panaudojimą [prieiga per internetą: <http://www.dcc.com.tv> žiūrėta 2009-01-15].
48. Informacija apie modifikatorius–įmaišas bei jų panaudojimą [prieiga per internetą: <http://www.mapei.com> žiūrėta 2009-01-25].
49. Informacija apie modifikatorius–įmaišas bei jų panaudojimą [prieiga per internetą: <http://www.raidah.com> žiūrėta 2009-01-05].
50. Informacija apie modifikatorius–įmaišas bei jų panaudojimą [prieiga per internetą: <http://www.samsungchemicals.com> žiūrėta 2009-01-10].
51. Informacija apie modifikatorius–įmaišas bei jų panaudojimą [prieiga per internetą: <http://www.sika.com> žiūrėta 2009-01-15].
52. Informacija apie modifikatorius–įmaišas bei jų panaudojimą [prieiga per internetą: <http://www.wacker.com> žiūrėta 2009-01-15].

PRIEDAI

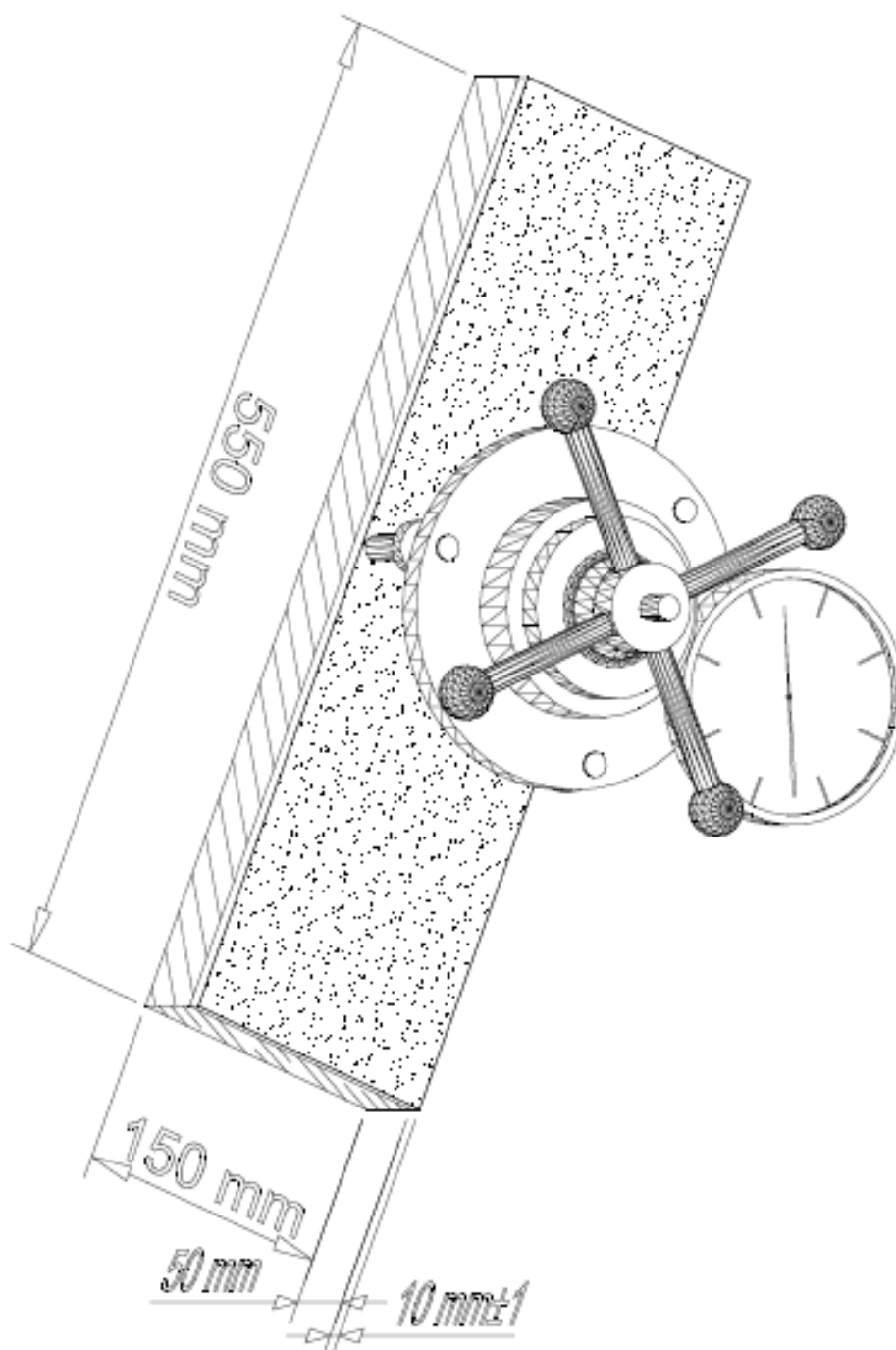
Susitraukimo ir išsiplėtimo deformacijų matuoklis – komparatorius



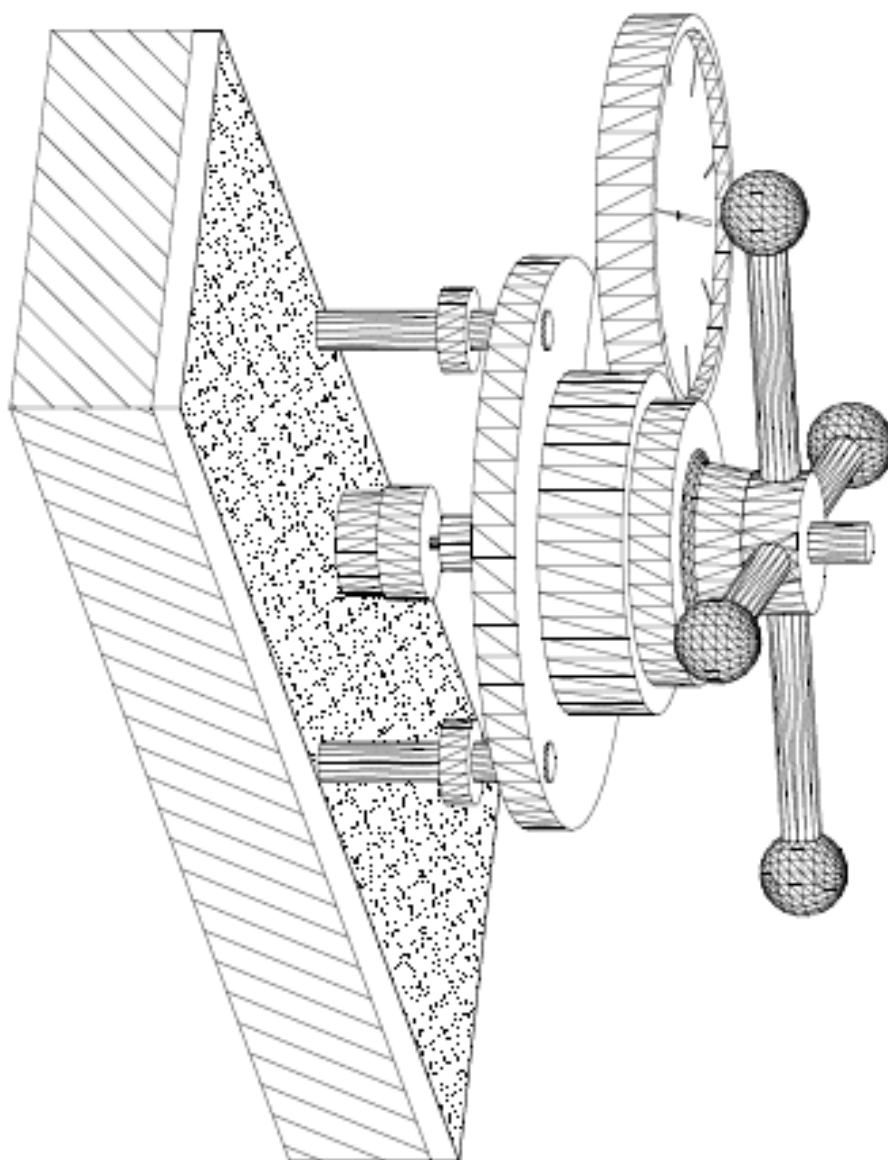
Susitraukimo ir išsiplėtimo deformacijų matuoklis – komparatorius



Sukibimo su pagrindu stiprio nustatymo mechanizmas



Sukibimo su pagrindu stiprio nustatymo mechanizmas



Mecellose naudojimo sritys [50]

Markė Mišinio paskirtis	FMC 60150	PMC 15 US	PMC 20511	FMC 2070	FMC 22501	EMB 30 US	FMC 23010	FMC 2094	PMC 50 US	FMC 7117	FMC 7150	FMC 7113	PMC UF 50
Klumpumas 2% skiedinio, pagal Brukfeldą, MPa·s	150	15000	15000	18000	22000	30000	40000	40000	50000	50000	35000	50000	
Mūro mišiniai	–	–	–	*	–	–	*	–	**	–	–	–	–
Akytbetonio klijai	–	–	–	*	*	–	–	–	–	–	–	–	–
Ekonomiški plytelių klijai	–	–	–	*	*	–	**	**	**	–	–	–	–
Plytelių klijai	–	*	**	**	–	**	**	*	–	–	–	–	–
Grūdų plytelių klijai	–	**	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Grūdų glaistas	–	–	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Glaistas šiluminei izoliacijai	–	–	–	**	**	–	–	*	*	–	–	–	–
Cementinis glaistas	–	*	*	**	–	–	–	–	*	–	–	–	–
Becementinis polimerinis glaistas	–	**	–	–	–	**	–	–	*	–	–	–	–
Hidroizoliaciniai mišiniai	–	–	–	*	*	*	–	–	**	–	–	–	–
Cementinis glaistas grindims	*	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–	–	–
Savaime išsilyginatys mišiniai	**	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Cemento-kalkių tinko mišiniai	–	–	**	*	**	–	*	**	**	–	–	–	–
Gipsiniai tinko mišiniai	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	**	*	*
Gipsiniai mišiniai mechanizuotam darbui	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	**	*
Gipsiniai klijai	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	**	*
Sausieji dažai	–	**	–	–	–	**	–	–	*	–	–	–	–

Pastaba: ** – tinkamiausia įmaiša šiam mišiniui; * – tinkama įmaiša šiam mišiniui.

Mineralinių pigmentų fizikinės ir cheminės savybės [18]

Spalva ir tipas	Šarmų kiekis, %	Tankis, g/cm ³	Fe ₂ O ₃ , %	SiO ₂ +Al ₂ O ₃ , %	Piltinis tankis, g/cm ³	pH	Dalelių dydis, μm	Būvis	Cloridų kiekis, %	Tirpios druskos, %
Raudona, 110	< 0,20	~ 5,0	94–96	2–4	0,7–1,1	5–8	0,09	Gran.	< 0,4	< 0,2
Raudona, 130	< 0,20	~ 5,0	96–97	2–4	0,7–1,1	4–8	0,17	Gran.	< 0,4	< 0,2
Raudona, 120	< 0,20	~ 5,0	95–96	2–4	0,7–1,1	5–8	0,12	–	< 0,4	< 0,2
Juoda, 330	< 0,20	~ 4,60	90–95	2–3	0,8–1,2	7	0,15	–	< 1,5	< 0,2
Juoda, 306	< 0,20	~ 4,60	94–97	2–3	0,8–1,2	8	0,15	Gran.	< 1,5	< 0,2
Juoda, 318	< 0,20	~ 4,60	92–95	2–3	0,8–1,2	7	0,15	Gran.	< 1,5	< 0,2
Geltona, 920	< 0,20	~ 4,10	85–87	max. 0,2	0,3–0,5	3–7	0,1	Gran.	< 0,5	< 0,2
Geltona, 910	< 0,20	~ 4,10	85–87	max. 0,2	0,3–0,5	3–8	0,1x0,6	Gran.	< 0,5	< 0,2
Geltona, 915	< 0,20	~ 4,10	85–87	max. 0,2	0,5–0,9	4–8	0,1x0,6	Gran.	< 0,5	< 0,2
Ruda, 600	< 0,20	~ 4,40	88–89	2–4	0,7–1,1	5	0,1–0,6	Gran.	< 0,5	< 0,2
Ruda, 610	< 0,20	~ 4,40	90–92	2–4	0,7–1,1	5	0,1–0,6	–	< 0,5	< 0,2
Žalia, GN	< 0,20	~ 5,20	–	Cr ₂ O ₃ >99,0	1,1–1,3	6	0,30	–	< 0,3	< 0,2
Žalia, GX	< 0,20	~ 5,20	–		1,1–1,3	7	0,30	–	< 0,3	< 0,2

Redisperguojančių Dairen įmaišų fizikinės savybės [47]

Savybių pavadinimas	DA 1200	DA 1210	DA 1400	DA 1410	DA 1420	DA 1130	DA 1141	DA 3400
Polimero tipas	VA/E	VA/E	VA/E	VA/E	VA/E	VA/E	VA/E	VA/E
Fizinė būklė	bm	bm	bm	bm	bm	bm	bm	bm
Apsauginiai koloidai	PVAIc	PVAIc	PVAIc	PVAIc	PVAIc	PVAIc	PVAIc	PVAIc
Reologinės savybės	S	N	N	N	N	T	S	N
Pelenų kiekis, %	10±2	10±2	10±2	10±2	10±2	10±2	10±2	10±2
Kietųjų dalelių kiekis, %	99±1	99±1	99±1	99±1	99±1	99±1	99±1	99±1
Piltnis tankis, g/cm ³	0,4–0,6	0,4–0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Suderinamumas su kitomis rišančiomis medžiagomis	CEM/G	CEM/G	CEM/G	CEM/G	CEM/G	CEM/G	CEM/G	CEM/G
Dispersiškumas	–	–	–	–	–	–	–	+
50 % dispersijos savybės								
pH (1 %)	7	5–6	7	7	7	7	7	7
Klampus (25 °C) MPa·s	200–400	200–400	2000	2000	4000	500	2000	2000
Polimerizacijos temperatūra, °C	0±3	0±3	– 15±5	– 15±5	15±5	15±5	15±3	– 10±2
bm – balti milteliai; VA – vinilacetatas; E – etilenas; S – padidinto slankumo; N – normalaus; T – tiksotropiška; CEM/G – cementas/gipsas								

Redisperguojančių Dairen įmaišų fizikinės savybės [47]

Polimero tipas	VA	VA	VA/VeoV A	VA/E/VeoV A	Akralato kopolimeras
Fizinė būklė	bm	bm	bm	bm	bm
Apsauginiai koloidai	polivinilo alkoholis	polivinilo alkoholis	PVAIc	PVAIc	PVAIc
Reologinės savybės	N	N	S	S	T
Pelenų kiekis, %	10±2	max 5	10±2	10±2	10±2
Kietųjų dalelių kiekis, %	99±1	98±1	99±1	99±1	99±1
Piltinis tankis, g/cm ³	0,45	0,5	0,45	0,45	0,5
Suderinamumas su kitomis rišančiomis medžiagomis	G	G	CEM/G	CEM/G	CEM/G
Vidutinis dalelių dydis, μm	90	90	–	–	80
50 % dispersijos savybės					
pH (1 %)	6–7	6–7	7	7	6±2
Klampumas (25 °C) MPa·s	70000	25000	2000	2000	6000
Polimerizacijos temperatūra, °C	25±	15±5	20±5	–14±5	6±2
bm – balti milteliai; VA – vinilacetatas; E – etilenas; S – padidinto slankumo; N – normalaus; T – tiksotropiška; CEM/G – cem,entas/gipsas					

Redisperguojančių Dairen įmaišų panaudojimas mišiniuose [47]

Įmaišų markė. Paskirtis	DA 1200	DA 1210	DA 1220	DA 1400	DA 1410	DA 1420	DA 1130	DA 1141	DA 3400	DA 2200	DA 2310	DA 5105
Cementiniai mišiniai, glaistai	**	*	—	—	**	**	**	—	—	**	**	**
Gipsiniai glaistai	**	—	—	—	—	—	**	—	—	**	**	—
Akytojo betono klėjai.	—	**	—	**	—	**	—	*	—	—		**
Plytelių klėjai		**	*	**	**	**	**	*	**	**	**	**
Remontiniai smulkiagrūdžiai	*	*	**	—	—	**	**	—	*	—	—	**
Šiluminės izoliacijos klėjai	—	—	**	—	—	**	—	—	**	**	**	**
Išsilyginantieji mišiniai grindims	**	—	—	**	**	—	—	**	—	—	—	—
Hidroizoliaciniai	—	—	—	—	—	—	—	—	**	—	—	**
Gruntai	**	*	—	—	—	—	—	**	—	—	—	**
Apmušalų klėjai	—	—	—	**	—	**	—	—	—	—	—	—
Išorės tinkui	—	—	—	—	—	**	**	—	**	**	**	**
Vidaus tinkui	*	**	—	**	**	**	**	—	—	*	*	—
** – geriausiai tinkma įmaiša šiems mišiniams; * – tinkama;												

Redisperguojančių Neolith įmaišų panaudojimas mišiniuose [49]

Įmaišų markė. Paskirtis	NP 50	P 1550	P 2000	P 3000 N	P 3300	P 3500	P 4400	P 5000	P 5100	P 6000	P 7200	P 8700
Plytelių klėjai. Akytojo betono klėjai. Hidroizoliaciniai, dažų mišiniai	*	*	**	***	***	***	***	**	*	*	***	**
Tinko mišiniai	—	—	**	**	**	**	**	—	—	***	***	***
Išsilyginantieji mišiniai grindims	—	—	*	*	—	—	*	***	***	—	—	—
Išorės tinkui ir šiluminės izoliacijos klėjams	—	—	***	**	**	**	***	**	—	***	***	***
Glaistymo mišiniams	**	***	**	**	**	**	**	**	**	***	***	***
Gipsiniams mišiniams	**	***	*	*	*	*	**	***	*	***	**	**
*** – geriausiai tinkma įmaiša šiems mišiniams; ** – tinkama; * – galima naudoti												

Mowilith įmaišų cheminės, fizikinės savybės bei efektyvus panaudojimas [45]

Įmaišosmarkė, savybės ir panaudojimas	DM 200	DM 201 P	DM 2077P	DM 1141P	DM 117P	DM 2080P
Cheminė sudėtis	VAC/E	VAC	VAC/A	VAC/E	VAC/A	VAC/A
Pilnis tankis, g/cm ³	400±100	400±100	500±100	500±100	500±100	500±100
Dispersiškumas, praėjo pro sietą 300 μm	< 2 %	< 2 %	< 2 %	< 2 %	< 2 %	< 2 %
Minimali poli- merinės plėvelės susidarymo temperatūra, °C	0	0	0	0	0	0
Polimerizacijos- stiklėjimo tem- pertaūra (T _g), °C	14	14	14	14	10	10
Adgezyvūs, elastingi, lankstūs mišiniai	—	**	**	**	**	—
Siūlių rievėjimo mišiniai	**	**	—	—	**	—
Šiluminės izoliacijos kljavimo mišiniai	—	**	—	**	—	—
Smulkiagrūdžiai remotiniai mišiniai	—	*	**	—	—	**
Glaistymo mišiniai	—	*	**	**	—	—
Tinko mišiniai	—	**	—	—	**	—
Gipsiniai mišiniai	**	**	—	—	—	—
Sandarinimo hermetizuojantys mišiniai	—	*	—	—	—	**
Cementiniai medienos kljai	—	*	—	—	**	**