

Izboljšanje morskega sedimenta v aplikacijah z zemeljskimi deli s procesom flokulacije/koagulacije

LAURA VOVČKO IN STANISLAV LENART

Povzetek Potreba po poglobljanju pristaniškega dna vodi v stisko s prostorom za odlaganje izčrpanega morskega sedimenta. Z omenjeno problematiko se srečujejo tudi v Luki Koper, kjer ga za normalno funkcioniranje vplovnih poti letno izčrpajo približno 450.000 m³. To nas spodbuja k iskanju rešitev, ki bi omogočile nadaljnjo uporabo večjih količin izčrpanega morskega sedimenta. Slednji se namreč zaradi visoke vsebnosti vode izkaže kot neuporaben v različnih aplikacijah z zemeljskimi deli. Morebitno rešitev pri izpostavljeni problematiki predstavlja proces flokulacije, ki omogoča nastanek poroznejše strukture izčrpanega morskega sedimenta in mu posledično omogoči hitrejše dreniranje vode. Prispevek obravnava primerjavo in vrednotenje učinkovitosti samodejnega izločanja vode iz izčrpanega morskega sedimenta in vpliv uporabe flokulantov na ta postopek. Na osnovi izvedenih laboratorijskih preiskav so bile primerjane tudi osnovne geomehanske lastnosti ob in brez uporabe flokulantov. Testiranja so bila izvedena z različnimi dodatki, ki so privedli do omenjenega procesa.

Ključne besede: • flokulacija • poglobljanje pristaniškega dna •
morski sediment • geomehanske lastnosti • glina •

NASLOVA AVTORJEV: Laura Vovčko, Zavod za gradbeništvo Slovenije, Dimičeva ulica 12, 1000 Ljubljana, Slovenija, e-pošta: laura.vovcko@zag.si. Stanislav Lenart, Zavod za gradbeništvo Slovenije, Dimičeva ulica 12, 1000 Ljubljana, Slovenija, e-pošta: stanislav.lenart@zag.si.

DOI <https://doi.org/10.18690/978-961-286-211-4.2>
Dostopno na: <http://press.um.si>.

ISBN 978-961-286-211-4

Improvement of Marine Sediment for Engineering Applications with the Flocculation/Coagulation Process

LAURA VOVČKO & STANISLAV LENART

Abstract Deepening of the seabed in harbors causes problems with space on the location of marine sediment disposal. Luka Koper, where an amount of dredged marine sediment is approximately 450,000 m³ annually, is also affected by this problem. This encourages us to find a sustainable solution for reuse of vast amounts of dragged marine sediment. The latter is unusable in most engineering applications due to its high water content. One of the possible solutions to this problem could be the flocculation process, which allows us to obtain a more porous sediment structure with improved drainage. This research presents the comparison and evaluation of natural water drainage efficacy of dragged marine sediment, and the sediment that went through the flocculation process. In addition, we also compared the geomechanical properties of natural and treated dredged sediment. The tests were performed using materials prepared with the process of flocculation with various additives.

Keywords: • Flocculation • Deepening of the seabed • Marine sediment • Geomechanic properties • Clay •

CORRESPONDENCE ADDRESS: Laura Vovčko, Slovenian National Boulding and Civil Engineering Institute, Dimičeva ulica 12, 1000 Ljubljana, Slovenia, e-mail: laura.vovcko@zag.si. Stanislav Lenart, Slovenian National Boulding and Civil Engineering Institute, Dimičeva ulica 12, 1000 Ljubljana, Slovenia, e-mail: stanislav.lenart@zag.si.

DOI <https://doi.org/10.18690/978-961-286-211-4.2>
Available at: <http://press.um.si>.

ISBN 978-961-286-211-4

1 Uvod

Z geomehanskega vidika želimo izčrpan morski sediment pretvoriti v nasipni/zasipni material, ki bi bil lahko uporabljen za zemeljska dela v okviru izdelave transportnih in manipulativnih površin v Luki Koper in bi zagotavljal njihovo dolgoročno stabilnost in funkcionalnost. Po začetni analizi stanja in potreb vezanih na izčrpan morski sediment, smo tako za eksperimentalni del določili dva cilja:

1. Analiza procesa koagulacije/flokulacije ter primerjava in vrednotenje učinkovitosti različnih flokulantov/koagulantov, ki omogočajo hitrejšo samodejno izločanje vode iz izčrpanega morskega sedimenta, in
2. Analiza karakteristik morskega sedimenta in ocena primernosti za uporabo v aplikacijah z zemeljskimi deli.

Pri eksperimentalnem delu smo uporabili pet različnih flokulantov, dva naravna flokulanta (hitin in celuloza) in tri sintetične polimere. Oba naravna polimera se uvrščata med polisaharide (Takada in sod., 2015). Dandanes se namesto naravnih polimerov pogosteje uporabljajo sintetični polimeri, ki nastanejo s postopkom polimerizacije. Polimerizacija je kemični proces pri katerem se posamezne molekule (monomeri) vežejo v daljšo verigo (makromolekule). Število vključenih monomerov definira stopnjo polimerizacije, ki skupaj z molekulsko maso posameznega monomera določa molekulsko maso nastale makromolekule. Zaradi vsebnosti velikega števila monomerov je za polimere značilna visoka molekulsko masa (Umoredn in sod., 2016). Pri analizi smo uporabili tri sintetične polimere z različnimi molekulskimi masami (nizka, srednja in visoka). Polimer z nizko molekulsko maso ima za osnovno verigo amonijev poliakrilat, poleg smo uporabili tudi dodatek kalcijevega karbonata (CaCO_3). Polimera s srednjo in visoko molekulsko maso sta imela za osnovno verigo akrilamid.

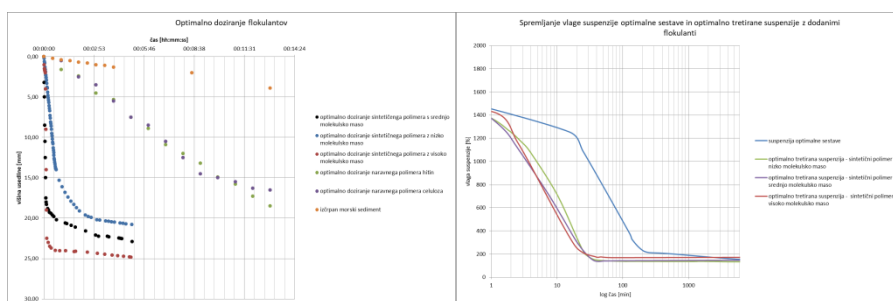
Izvedenih je bilo veliko študij o dejavnikih, ki vplivajo na proces koagulacije/flokulacije. Optimalno doziranje dodatkov na podlagi upoštevanja pH vrednost, doziranje flokulanta in hitrosti mešanja suspenzije so preučevali Saritha in sod. (2017). S preliminarnimi preiskavami smo ugotovili, da je izvedljivost procesa flokulacije povezana z nekaterimi dejavniki (razpoložljiv volumen posode, intenzivnost mešanja suspenzije, količina suhe snovi).

Preiskave smo zato izvedli z nekaj ponastavitvami (uporaba posode konstantnega volumna, uvedba konstantnega mešanja suspenzije) in dodatnim ugotavljanjem ustrežne količine suhe snovi oziroma mase suhe komponente v izčrpanem morskem sedimentu (suspenziji). Slednji dejavnik smo določali eksperimentalno, s spreminjanjem sestave suspenzije in razmerja dodanega flokulanta ter vizualno. V primeru izvajanja flokulacije v drugačnih pogojih (velikost in oblika posode), se pričakuje drugačno optimalno razmerje med sestavo suspenzije in flokulantom.

2 Analiza

2.1 Učinkovitost samodejnega izločanja vode

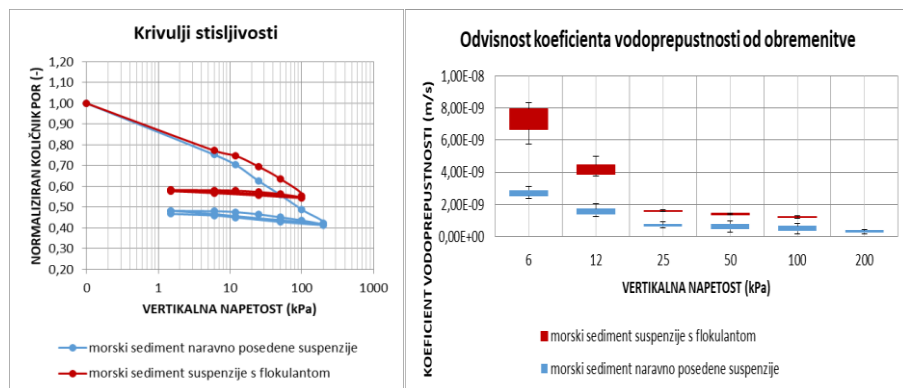
V testiranje smo vpeljali dodatno spremenljivko, suspenzijo z različnimi masnimi razmerji suha snov : morska voda. Štirim različnim sestavam suspenzije smo dodali tri različna razmerja komponente flokulanta in na ta način določili optimalno sestavo suspenzije ter optimalno doziranje posameznega flokulanta. Hitrost posedanja smo privzeli kot merilo za uspešno izveden proces flokulacije (Slika 1). Merili smo jo s tehniko digitalne primerjalne fotografske analize z uporabo steklenih stolpcev. V nadaljevanju smo za določitev učinkovitosti samodejnega izločanja vode iz usedline obdelane suspenzije uporabili geosintetično odcejalno membrano.



Slika 1: Levo: Hitrosti optimalno doziranih flokulantov. Desno: Spremljanje vlage suspenzije optimalne sestave in optimalno tretirane suspenzije z dodanimi flokulanti

2.2 Geomehanske lastnosti

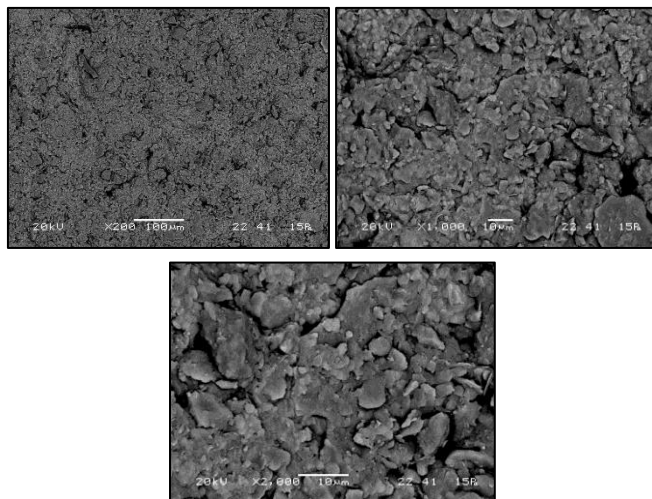
Preiskave geomehanskih lastnosti (naravna vlažnost, stisljivost in vodoprepustnost) smo izvedli na izčrpanem morskem sedimentu in optimalno obdelanem materialu, tj. zmesi suspenzije in flokulanta z ugotovljenim najbolj izločanjem vode (Slika 2).



Slika 2: Prikaz krivulje stisljivosti in koeficientov vodoprepustnosti

3 Ugotovitve

Preiskan material se po USCS klasifikaciji uvršča med mastne gline. Osnovni element strukture plastnatih silikatov (filosilikatov) so plasti, ki so zaradi negativnega naboja med sabo rahlo razmaknjene (Slika 3). Negativni naboj teh plasti se kompenzira s pozitivnimi naboji dodanega flokulanta, kar vodi v proces flokulacije. Nizka hitrost posedanja slabše razvitih flokul je tako opazna ob uporabi naravnih flokulantov (hitin in celuloza). Bistveno višja hitrost posedanja dobro razvitih flokul je opazna ob uporabi sintetičnih polimerov (slika 1). Hitrosti posedanja so neposredno povezane s molsko maso posameznega flokulanta. Mehanizme, ki vodijo v nastanek obravnavanega procesa za različne tipe flokulantov in koagulantov podrobneje opisujejo Lee in sod. (2014).



Slika 3: Prikaz strukture naravno posedenega morskga sedimenta s SEM posnetki pri povečavah 200x, 1000x in 4000x

Vlažnost izčrpanega morskga sedimenta, ki je šel skozi proces flokulacije upade hitreje kot pri izčrpanem morskem sedimentu (slika 1, desno). Določena količina vode se uskladišči v strukturi sedimenta in ni opazne bistvene spremembe v končni vlažnosti. S procesom flokulacije se ustvari rahla struktura, ki sprva omogoča hitro dreniranje vode. S preiskavami stisljivosti smo ugotovili, da se že ob delovanju nizkih obremenitev ta struktura poruši. Nastala struktura torej ni obstojna, še vedno gre za izjemno stisljive zemljine (slika 2, levo). Koeficient vodoprepustnosti se z uporabo flokulantov na račun nastale strukture nekoliko poveča (slika 2, desno), še vedno pa gre za praktično neprepustno zemljino.

Literatura

- Lee, C. S., Robinson, J., Chong, M.F., (2014). A review on application of flocculants in wastewater treatment. *Process Safety and Environmental Protection*, 92, 489-508.
- Saritha, V., Srinivas, N., Srikanth Vuppala, N. V. (2014). Analysis and optimization of coagulation and flocculation process. *Applied Water Science*, 7, 451-460. doi: 10-1007/s13201-014-0262-y.2015.02.001
- Takada, A., Kadokawa J., (2015). Fabrication and Characterization of Polysaccharide Ion Gels with Ionic Liquids and Their Further Conversion into Value-Added Sustainable Materials. *Biomolecules*, 5, 244-262.
- Umoren, S., A., Solomon, M., M., (2016). Polymer Characterization: Polymer Molecular Weight Determination. *Polymer science*, 412-419.