



Comparative Analysis to Determine the Effectiveness of Methods for Dredging Coastal Areas

Krasimira VANGELOVA

Technical University – Varna, Bulgaria,
e-mail: k.vangelova@tu-varna.bg

Abstract

The article compares real technical data of dredging in coastal areas in order to determine the effectiveness of dredging methods.

Keywords: dredging, productivity, experimental planning, mathematical statistics

Експериментално-статистическо изследване на производителност на драгиране на дъното на Черно море

Красимира ВАНГЕЛОВА

1. Увод

Методиките, използвани в световен мащаб за определяне подходите при драгиране на крайбрежните райони, се базират основно на два фактора: състав на наносите и от техническите характеристики на използваните драги.

Съставът на наносите може да бъде определен с геоложки проучвания, които по същество представляват заснемане на тахиметрична снимка и хидрографски промер в акваторията на обекта. Хидрографският промер се извършва с хидрографен SMART ехолот, който преди започване и в края на измерванията е необходимо да се калибрира в съответствие със солеността на водата. За заснемането обикновено се използва моторна лодка. След заснемането се изработва карта на дъното в мащаб 1:1000, която съдържа кадастрална информация и релеф.

2. Теоретична постановка

В крайбрежните райони на сушата също се вземат геоложки проби чрез сондажи за да се установи състава на отлаганията, както и дълбочината им. Показателите в състава на отлаганията, които се проследяват са основно: обемна плътност, показател на пластичност, показател на консистенция, коефициент на порите, ъгъл на вътрешно триене, кохезия, модул на обща деформация, коефициент на леглото. Изчислителното почвено натоварване не може да се определи от таблиците в НППФ поради отрицателната (течна) консистенция [1,2,3,4].

Към момента се използват 4 основни типа драги, с които се извършва драгиране на наносите в крайбрежните райони:

- Механични драги – Grab dredgers mechanical;
- Хидравлични драги – Backhoe dredgers, Grab dredgers, Cutter Suction dredgers, Suction Hopper dredgers, Trailing Suction dredgers;

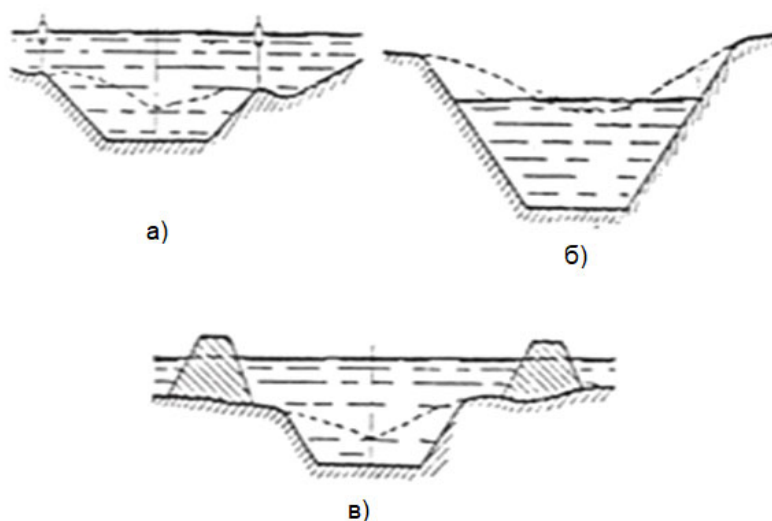
- Механични / хидравлични драги (използващи двата основни елемента в някаква комбинация) – Split Hull vessel;
- Хидродинамични драги – Water Jet Dredgers, Ploughing support vessel.

Изборът на драги, които да се използват за конкретен проект, се определя въз основа на:

- Условия на почвата или скалите;
- Опции за транспорт;
- Конфигурация на драгиращата площ, включително дълбочина на драгиране;
- Изисквания за разположение.

От тях изискванията за разположение са от особено значение – например скала, която не е била предварително обработена, ограничава типовете драги до механични или резачи, създадени специално за драгиране на скали. Разположението на зоните за поставяне на драги и достъпът до тях също може да играе важна роля при вземането на решение за най-подходящия и ефективен тип драги [1,2,3,4].

Експлоатационните особености на каналите са характеризират с вида на движението на корабите (едностранно или двустранно), скоростта на корабите, времето за преминаване на корабите през канала, навигационния период, пропускната способност на канала, корабооборота, удобството за преминаване на корабите по канала.



**Фигура 1. Видове морски канали според защитеността им
а – непълен профил, б – пълен профил, в – защитен с оградно съоръжение**

За скоростта на движение в каналите има ограничение от гледна точка на опасността от размиване на грунта чрез механичното въздействие на кораба върху дъното и откосите. Обикновено ограничението на скоростта е 4 – 7 възела.

Елементите на каналите са: трасе, надлъжен профил и напречно сечение.

Изборът на трасето на подходния канал зависи от много фактори, като:

- запълването с наноси, което зависи от ориентирането на канала спрямо преобладаващите течения и вълнение;
- характера на грунта.

Напречното сечение на канала трябва да удовлетворява редица изисквания:

- да бъде достатъчно удобно и безопасно за преминаването на корабите;
- да създава условия за най-малко съпротивление на движението на корабите;

- да има възможно най-малка площ, за да се прокопае и поддържа с възможно най-малко разходи.

Напречното сечение на канала се определя от главните размери на разчетния кораб:

- най-голямо газене по лятната товарна марка с отчитане изменението в солеността на водата;
- ширината на кораба по мидела;
- дължина между перпендикулярите.

В практиката на проектиране и експлоатация се е установил практически критерий за достатъчна площ на подводното сечение на канала с пълен профил: тази площ трябва да бъде от 4 до 5 пъти по-голяма от подводната част на кораба в мидела.

Каналите обикновено имат трапецовидно напречно сечение на прореза.

Навигационна ширина на канала се определя по различни формули в зависимост от това дали е за едностранно или двустранно движение навигационната ширина V_n :

$$V_{nI} = V_m + 2C_1 + \Delta B \quad \text{за едностранно движение}$$

$$V_{nII} = V_m + V_{mII} + C + 2C_1 + \Delta B \quad \text{за двустранно движение}$$

където:

V_m и V_{mII} – ширина на маневрената полоса, съответно за разчетния и насрещния кораб;

C – запас от ширина между маневрените полоси на разминаващите се кораби;

C_1 – запас от ширина между маневрените полоси и откосите на канала;

ΔB – запас от ширина, отчитащ затлачването на откосите на канала.

Минималната необходима дълбочина за даден кораб се определя като се отчитат диферента и люлеенето на кораба, когато е на ход.

Дълбочината на канала се определя по формулата:

$$H_{кан} = T_{смах} + z_0 + z_1 + z_2 + z_3 + z_4$$

където:

$T_{смах}$ – разчетно газене на най-големия кораб, посещаващ пристанището в метри;

z_0, z_1, z_2, z_3, z_4 – разчетни запаси под кила на кораба в метри, съответно за крен, навигационен, вълнови, за диферент, за натрупани наноси.

Запасът за крен z_0 се приема 0,3 метра за товарни и 0,15 метра за пътнически.

Навигационният запас от дълбочина под кила z_1 е необходим, за да се осигури движението с малка скорост и да се запази корпусът от удар, поради неравности по дъното. Зависи от вида на грунта на дъното и големината на кораба. Приема се от 0,3 метра за тинести грунтове до 1,6 метра за скални грунтове.

Вълновият запас z_2 е необходим, поради това, че при вълнение корабът извършва вертикални движения. Изчислява се по емпиричната формула:

$$z_2 = 0,3h - z_1,$$

където:

h е разчетното значение на височината на вълните за разглеждания участък от пристанището.

Запасът от дълбочина z_3 се въвежда поради обстоятелството, че при движението си корабът получава диферент към кърмата и по тази причина се увеличава газенето. Диферентът зависи от редица фактори и от тях два се използват за пресмятане на запаса z_3 . Това са скоростта и дължината на кораба [1,2,3,4].

$$z_3 = k \cdot v,$$

където:

k е безразмерен коефициент, зависещ от дължината на кораба;
v е скоростта на кораба.

Запасът z_4 е така нареченият „технически запас“ и отчита запълването на пристанищната акватория от наноси. При определянето му се отчита интензивността на отлагане на наноси между две удълбочавания. Обикновено се приема над 0,5 метра и може да достигне 1 – 2 метра.

Всички запаси се изчисляват по установена методика. При разчетите те се определят с точност до 1 сантиметър. След събирането на разчетните запаси те се прибавят към газенето на кораба. Получената разчетна дълбочина се закръглява до 5 сантиметра (или точността на определянето ѝ е $\pm 2,5$ сантиметра).

3. Експериментална методика на драгирането

С направените изследвания си поставяме за цел да намерим връзката между технологичните фактори и производителността при процеса на драгиране на дъното на Черно море [1,2,3,4].

За сравнение и заключения са използвани данни от реално експериментално изследване в Сингапур. В проекта ТТР1 (Tuas Terminal Phase 1) са наети да работят за различни драгираня на различни обхвати. Gosho (най-големият грайфер в света), RM661 и RM381 (хибридно захранване).

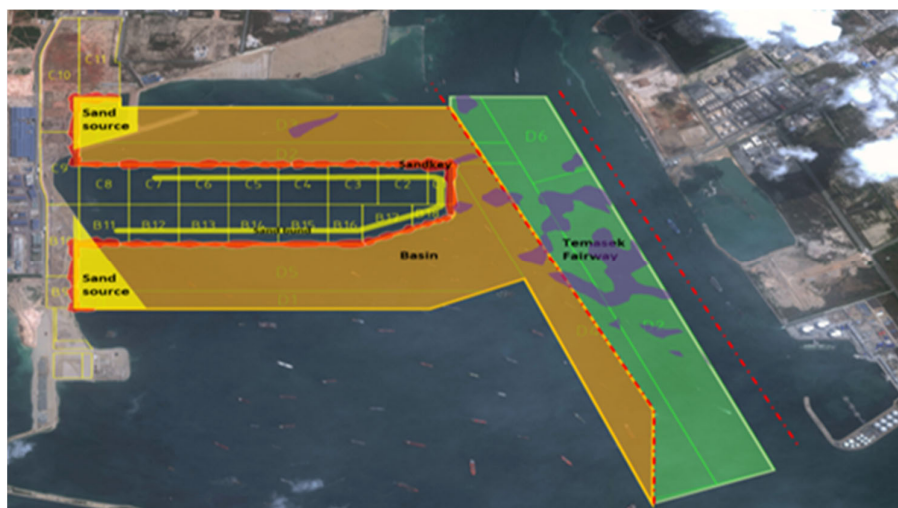
Обхватът на драгиране в проекта ТТР1 е показан на фиг. 2. Различните зони са показани както следва:

Изкопаване на фарватера до -23.0 mCD (в зелено): 16,000,000 m³.

Изкопаване на басейна до -23.0 mCD (в оранжево): 25,700,000 m³.

Драгиране на пясъчни изкопи за проектиране (в червено): 7,000,000 m³.

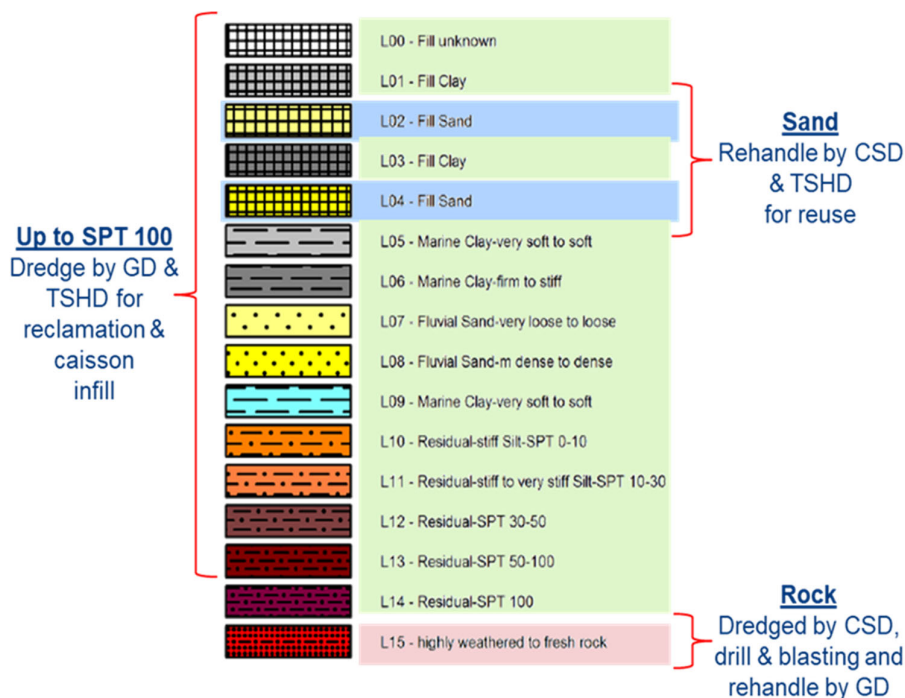
Източниците на пясък включват драгиране на подводен пясък (в жълто): 18,300,000 m³.



Фигура 2: Преглед на обхвата на драгите

На фигура 3 е показан вид материал за обхвата на драги. GDs са използвани за драгиране на почвен материал до SPT 100 (слой 0 до слой 13) за рекултивация и кесон. GD (т.е. RM 661 в ТТР1) също преработва скалния материал (показан на фигура 2 в лилаво), след като е бил пробит и взривен.

Както е показано на фигура 3, комбинацията от геотехнически данни е довела до пет създадени от човека запълващи слоеве, пет слоя, представляващи глината и пясъка на каланговата формация (L0 до L4), пет остатъчни почвени слоя, представляващи тинята на формацията при различни SP-N-стойности (L9 до L14) и един скален слой от (L15).



Фигура 3: Преглед на почвен материал

4. Изводи.

Целта на настоящата работа е изследване на факторите, влияещи на процеса на драгиране на крайбрежията и оптимизиране на методите и средства, обезпечаващи повишаването на производителността на процеса. След направения анализ на резултатите от драгирането и изследвания състав на почвите можем да направим заключение, че различните слоеве е по-удачно да се драгират с различни видове драги за да се запази висока производителност.

Литература

1. Vuchkov I.N., Experimental Research and Identification, Tehnika, Sofia, 1990, p.320.
2. Vuchkov I., Optimal Planning for Experimental Research, S., Tehnika, 1978, p.232.
3. Vuchkov, I., Stoyanov, S. Mathematical modelling and optimization of technological objects. S., Tehnika, 1986, p.341.
4. Vuchkov, I., Stoyanov, S., Velev K. Instructions for laboratory exercises in mathematical modelling and optimization of technological objects. S., Tehnika, 1986
5. Ivanov G., Kyuchukova V. Instructions for solving mathematical optimization problems. S., Kliment Ohridski, 1989