

Finnboda varv

Påsegling av grund. Beräkning av tillgänglig friktionskraft

Datum 2004-08-23
Uppdragsnummer 200599
Utgåva/Status

Ramböll Sverige AB
Geoteknik, Stockholm

Erik Arnér
Uppdragsledare

Algis Vilkenas
Granskare

Ramböll Sverige AB
Box 4205, Kapellgränd 7
102 65 Stockholm

Telefon 08-615 60 00
Fax 08-702 19 34
www.ramboll.se

Organisationsnummer 556133-0506

Innehållsförteckning

- | | | |
|-----------|-------------------------------------|----------|
| 1. | Bakgrund | 1 |
| 2. | Förutsättningar och resultat | 1 |

Bilagor

Beräkningar 2s

Finnboda varv Påsegling av grund. Beräkning av tillgänglig friktionskraft

1. Bakgrund

Ett påseglingsskydd i form av ett konstgjort grund planeras vid Finnboda. Rapporter om dimensionering av grundet finns från Ramböll (tidigare Scandiaconsult) samt SSPA. I SSPA:s rapport anges att deras beräkningar förutsätter att grundet i sig är stabilt och kan mobilisera den förutsatta friktionskraften. I ett tidigare utlåtande från Ramböll har angivits att säkerhetsfaktorn för genomstansning överstiger 1,5.

Beräkningar som visar att grundet kan mobilisera den förutsatta friktionskraften har efterfrågats.

2. Förutsättningar och resultat

SSPA:s beräkning bygger på en energibetraktelse där maximal bromskraft bestäms dels av den kraft P_s som bulben kan uppta utan att fartygsplåten deformeras, dels av den friktion som grundet mobiliserar. Friktionskraften bestäms av friktionsvinkeln i sprängstenen i grundet. Ingen hänsyn har tagits i SSPA:s beräkningar till om maximal bromskraft dessutom kan begränsas av den totala friktionskraft som grundet kan mobilisera. Om den tillgängliga friktionskraften från grundet skulle understiga den förutsatta bromskraften, innebär detta att bromssträckan förlängs jämfört med den som SSPA har erhållit.

Kraften på grundet är som störst efter att bulben trängt in en bit i grundet men innan fartyget förlorat för mycket fart. Belastningen från fartyget på grundet går alltså från noll i kollisionsögonblicket till den maximala bromskraften för att därefter sjunka pga att fartygets hastighet minskar. Denna maximala kraft $F_{s,tot}$ består av kraften F_s och skjuvkraften F_{sf} (för beteckningar se SSPA:s rapport.) För olika fartygsstorlekar och hastigheter fås följande maximala bromskraft på fartyget:

Längd	Fart	F_s	F_{stot}
290m	5 knop	11 200 kN	14 300 kN
290m	7 knop	19 300 kN	24 800 kN
300m	5 knop	19 000 kN	15 200 kN
300m	7 knop	20 000 kN	25 500 kN
320m	5 knop	15 500 kN	20 100 kN
320m	7 knop	26 500 kN	34 800 kN

Den totala kraften $F_{s,tot}$ beräknas enligt följande

$$F_{s,tot} = \sqrt{F_s^2 + F_{sf}^2}$$

Resultanten för det största fartyget med 7 knops fart angriper med en vinkel på 16° mot horisontalplanet. Med sjunkande fart blir resultanten mer

nedåtriktad vilket är gynnsamt, då det ökar friktionskraften. Det antas att kraften fördelas ut längs bulbens hela yta. De största fartygen har vanligen en bredd på bulbens på ca 4-5 meter. I höjded har antagits att kraften fördelas jämnt över 3 m höjd från 5 till 8 meters djup.

Kraften fördelas i grundet över en större yta. Den vinkel som kraften fördelas ut över har antagits till 15° . Detta antagande är något subjektivt men är betydligt mer försiktigt valt än den lastfördelning som normalt brukar tillämpas (30°). Detta antagande har endast en mindre inverkan på resultatet.

Med en lastfördelning på 15° medverkar en bredd på 7 meter utöver bulbens bredd, vilket ger att lasten från fartyget kan fördelas på ca 12 m medelbredd vid en glidyta tvärs grundet och ca 10 m medelbredd vid farligaste uppåtriktad glidyta.

Friktionskraften som grundet kan mobilisera fås ur:

$$P_{\text{frikt}} = A \sigma' \tan \varphi,$$

Där A är den totala arean. σ' är effektivspänningen och φ är friktionsvinkeln

Friktionsvinkeln i sprängstenen har satts till 45° , vilket är en realistisk friktionsvinkel för sprängsten under vatten.

Ingen hänsyn har tagits till att vallar byggs upp kring stäven vilket ökar effektivspänningen och därmed friktionskraften. Grundet har beräknats med en överyta 3m under ytan. En höjning av grundet till 2 m under ytan för att stoppa grundgående fartyg ökar effektivspänningen och därmed friktionskraften.

En tvådimensionell beräkning har skett med programmet Postograf, för det största fartyget med 7 knops fart. Hänsyn har sedan tagits till tredimensionella effekter. För beräkningar se bilaga 1.

Resultatet definieras som en kvot mellan pådrivande moment och tillgängligt mothållande moment. Om kvoten är 1,0 är det tillgängliga mothållande momentet lika stort som det pådrivande medan om kvoten är större än 1,0 är tillgängligt mothållande moment från grundet större än det pådrivande från fartyget.

Följande resultat har erhållits:

Fall 1 – Uppåtriktad glidyta

$$F_{2\text{dim}} = 0,77$$

$$F_{3\text{dim}} = 1,00$$

Fall 2 – genomgående glidyta

$$F_{2\text{dim}} = 0,85$$

$$F_{3\text{dim}} = 1,20$$

Resultatet visar att den maximala bromskraften vid påsegling i 7 knop av det största kryssningsfartyget inte begränsas av den tillgängliga friktionskraften från grundet.

Ett fartyg med 7 m djupgående och 300 m längd ger samma storlek på kvoten mellan tillgängligt mothållande moment och den pådrivande kraften från fartyget.

En vanlig stabilitetsanalys förutsätter en statisk last som inte förändras med den deformation som uppstår. I detta fall är lasten dynamisk och varierar med båtens inträngningsdjup och återstående fart. Den ovan beräknade kvoten skall därför inte ses som en säkerhetsfaktor för genomstansning. Säkerhetsfaktorn för genomstansning är väsentligt högre än ovan angivna värden.