



SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

(51) Kv.1k.4 - Int.cl.4

B 63B 35/44

(21) Patenttihakemus - Patentansökning 841659

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag 26.04.84

(24) Alkupäivä - Löpdag 26.04.84

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig 29.10.84

(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pym. -
Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad 29.12.89

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet

28.04.83 US 489670

23.12.83 US 564657

(71) Hakija - Sökande

1. Mobil Oil Corporation, 150 East 42nd Street, New York, N.Y., USA, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Dahan, Paul Christian, R.D. No. 1, Pittstown, N.J., USA, (US)

(74) Asiamies - Ombud: Berggren Oy Ab

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Laajarunkoinen puolivedenalainen alus
Bredbasigt, halvsänkt fartyg

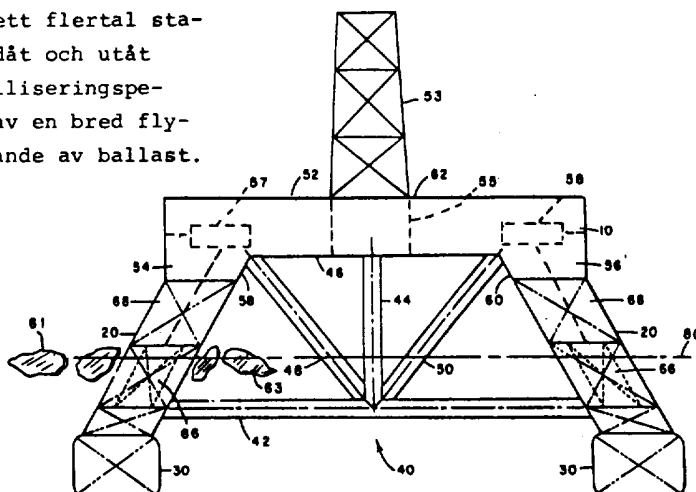
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

FR B 2137154 (B 63 B 35/00), SE B 2066646 (B 63 B 35/00), US A 3306052 (61-46.5)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksinnön kohteena on laajarunkoinen, puolivedenalainen alus, etenkin porauslautta. Tarkoituksena on parantaa aluksen vakavuutta eri olosuhteissa lisäämättä rakennusmateriaalin määrää, etenkin kansiterästä. Alus käsittää vesitiiviin, kel-luvan kannen (10), useita vakavuuspylväitä (20), jotka kulke-vat alas- ja ulospäin kannesta, vakavuuspylväiden alapäihin liitetyt välineet (30) laajan kelluvan perustan aikaansaami-seksi ja välineen painolastin purkamiseksi ja ottamiseksi.

Uppfinningen gäller en bredbasigt halvsänkt flytkonstruktion, särskilt en borrhingsplattform. Avsikten är att förbättra konstruktionens stabilitet under olika betingelser utan att öka materialåtgången, särskilt däckstålet. Konstruktionen omfattar ett vattentätt, flytande däck (10), ett flertal sta-biliseringspelare (20), vilka sträcker sig nedåt och utåt från däcket, samt vid den nedre änden av stabiliseringspe-larna anordnade organ (30) för åstadkommande av en bred fly-tande bas och organ för avlastning och upptagande av ballast.



Laajarunkoinen puolivedenalainen alus

Tämä keksintö koskee puolivedenalaista alusta, jossa on uusi kelluntaponttoonien tai jalkatukien, vakavuuspylväiden ja kan-
nen järjestely aluksen aikaansaamiseksi, jolla on parannetut
vakavuusominaisuudet. Tämän keksinnön mukaisesti rakennettu
alus on myös erityisen sopiva käytettäväksi jään vaivaamilla
vesillä.

Tavanomainen puolivedenalainen alus on hitaan suunnitteluke-
hityksen tulos. Rannikon edustalla tapahtuvan öljyn ja kaasun
etsinnän ja tuotannon alkuaikoina porausteknologia perustui
maalla saatuun kokemukseen. Rannikon edustan porauslautat
olivat joko kiinteitä rakenteita tai torneja, jotka oli ra-
kennettu paaluille, tai proomuja tai uivia telakoita, jotka
kellutettiin rannikon edustan sijaintipaikalle ja täytettiin
sitten vedellä niin, että ne lepäsivät meren pohjalla. Kun
lisäetsinnät paikallistivat porausreikiä kauemmas rannikon
edustalle, kasvanut veden syvyys vaati parannettuja rakentei-
ta. Proomun tai uivan telakan lähestymistapa kehittyi kellu-
vaksi rakenteeksi, jossa oli puoliupotetut kelluntaponttoonit
tai jalkatuet, vakavuuspylväiden kulkiessa ylöspäin vedenpin-
nan läpi ja kellumaton kansi vakaavuuspylväiden yläpuolella.
Kansi tuki poraustornia ja muuta etsintälaitteistoa. Poraus-
tornien pystyliikkeen minimoimiseksi vakavuuspylväiden poik-
kileikkauspinta-ala oli minimoitu vesiviivan tasolta. Tulok-
sena olevia aluksia nimitetään yhteisesti puolivedenalaisiksi.

Vaikka rannikon edustan tukirakenteiden malli kehittyi sovel-
tuakseen syvempään veteen, myös porauskaivojen sijainnit levi-
sivät vaativampiin ympäristöihin. Ensimmäiset rannikon edustan
porauskaivot porattiin suojaisille vesille lähelle rannikkoa.
Kun myrskyt uhkasivat, henkilökunta evakuoitiin, kunnes vaara
oli ohi. Nykyään kuitenkin rannikon edustan porauksen rajat
sijaitsevat syrjäisillä vesillä kaukana rannikosta. Etäisyydet

rannikosta estävät nopean evakuoinnin myrskyisellä säällä ja rannikon edustan porauslautat joutuvat alttiiksi yhä ankarimmille myrskyille, koska maamassat eivät suojaa vesiä.

Koska puolivedenalaisien tavanomainen suunnittelu on tulosta kehityksestä olosuhteiden kautta, jotka ovat erilaiset kuin nykyään tavataan syrjäisillä ja usein vihamielisillä sijaintipaikoilla, rannikon edustan porauslautan vakavuusominaisuudet eivät sovellu parhaalla tavalla olosuhteisiin, jotka rasittavat alusta sen toimiessa tällaisissa syrjäisissä ympäristöissä.

Tavanomaisista puolivedenalaisista poistetaan painolastia, kun ankara sää iskee, jotta taattaisiin riittävä ilmaväli suurten aaltojen ja kansirakenteen pohjan välille ja työskentelykannen korkeuden lisäämiseksi. Tällaisella painolastin poistamisella on kuitenkin se epämieluisa vaikutus, että se saattaa suuremman pinnan alttiiksi tuulelle ja aalloille samalla, kun se itse asiassa kohottaa painopistettä ja pienentää metasentristä korkeutta.

Vakavuusilmiö on kolmitahoinen; alku-, suuren kulman ja vahingoittunut vakavuus. Aluksen alkuvakavuus on tuttu metasentrisen korkeuden (GM) käsite. Se edustaa aluksen vastustuskykyä kallistua yli pienten, korkeintaan $5-10^{\circ}$:n kulmien ja on olennaisesti aluksen vesiviivan ominaispiirre. Suuren kulman vakavuuden määrittämistekniikka eroaa GM:n mittaamisesta. Vakavuuden mittaamiseksi aluksen kallistuman oikaisevat vinotuet lasketaan tietyllä kallistuskulmien alueella. Tuloksena olevan käyrän alla oleva pinta-ala edustaa energiaa, jonka alus pystyy absorboimaan. Lopuksi vakavuus vahingoittuneena mittaa aluksen kykyä kestää säiliön tai osaston täyttymistä vedellä. Vaikka tämä on subjektiivisempi kuin muut vakavuusnäkökohdat, perusteellinen analyysi paljastaa aluksen kyvyn selviytyä suunnittelukriteerien puitteissa.

Tavanomaiset puolivedenalaiset menettävät alkuperäisen vakavuutensa, kun niistä poistetaan painolasti. Koska painolastivesi

sijaitsee alhaalla ponttooneissa, aluksen pystysuora painopiste (VCG) kohoaa, kun se pumpataan pois ja GM alenee. Nykyinen peruste tällaiselle menettelylle pahalla säällä on, että suuren kulman vakavuus paranee aikaansaataessa enemmän kelluvuusvaraa vastustamaan suuren kulman kallistumista samoin kuin suurennettaessa kulmaa, johon alus voi kallistua ennen kuin vedellä täyttyminen tapahtuu. Samoin kun käyttöhenkilöt haluavat siirtää puolivedenalaista, syväystä pienennetään ponttoonien pintaan asti. Välitila ennen kuin veden taso on dramaattisesti kohonnut ponttoonien tullessa esiin merkitsee usein tilannetta, jossa vakavuus on marginaalinen.

Yksinkertainen vastaus ongelmaan olisi lisätä aluksen leveyttä, kunnes minimi-GM-arvo olisi hyväksyttävä. Valitettavasti liian suuri alkuvakavuus on myös haitallinen. Suuret kiihtyvyydet, jotka seuraavat äärimmäisestä GM-arvosta toimintasyväyksessä, sekä koettelisi miehistöä että vaatisi lisää terästä koko rakenteeseen hitausvoimien hoitamiseksi. Edelleen itse koko kansirakenne kasvaisi johtuen suuremmista jänneväleistä, joita vakavuuspylväiden välillä esiintyy.

Toinen ongelma esiintyy hyödynnettäessä rannikon edustalla olevia jään vaivaamia alueita, joilla muodostuu jatkuvasti jäämassoja tiettyinä osina vuodesta. Nämä jäämassat voivat sisältää jäälaattoja, joiden paksuudet ovat 2,5 m tai enemmän ja joissa voi olla huomattavasti paksumpia "paineharjanteita". Nämä jäämassat eivät pysy paikallaan ja voivat liikkua useita satoja metrejä päivässä pintatuulien ja virtojen vaikutuksesta. On selvää, että nämä liikkuvat jäämassat kehittävät huomattavia voimia, jotka puolestaan voivat olla tuhoisia jäämassojen tiellä oleville esineille.

Tämän keksinnön mukaisesti aikaansaadaan laajarunkoinen puolivedenalainen alus, joka käsittää kannen, useita vakavuuspylväitä, jotka suuntautuvat alaspäin ja ulospäin kannesta, välineen, joka on liitetty vakavuuspylväiden alapäihin laajan kellumis-

pohjan aikaansaamiseksi ja välineen painolastin ottamiseksi ja purkamiseksi sanotun aluksen syväyksen lisäämiseksi ja pienentämiseksi.

Tämä keksintö ratkaisee vakavuusongelman patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosan mukaisesti kallistamalla vakavuuspylväät kansirakenteen laitojen ulkopuolelle laajempaan tukialustaan ja tekemällä itse kansirakenteen vesitiiviiksi ja tehokkaaksi suurilla kulmilla ja vahingoittuneena. Laaja tehokas jänneväli saa pienillä syväyksillä aikaan suuremman GM-arvon samalla, kun pylväiden vino asento rajoittaa vakavuutta suurilla syväyksillä eikä vaadi lisää kansiterästä. Kelluva kansirakenne myötävaikuttaa suuren kulman vakavuuteen, kun se upotetaan ja aikaansaa varakelluvuutta katastrofaalisen vahingon, ts. vakavuuspylvään menetyksen tapauksessa.

Tuloksena oleva laajarakoinen puolivedenalainen alus on selvästi parempi kuin puolivedenalaisten tavanomainen malli. GM voidaan optimoida tietyllä syväysten alueella siten, että vakavuus ei koskaan laske alle minimiarvojen. Samanaikaisesti pylväiden vinous estää GM-arvoa kasvamasta liian suureksi. Kaikissa tapauksissa laajarakoisen puolivedenalaisen aluksen suuren kulman vakavuus ylittää tavanomaisen suorajalkaisen mallin vakavuuden. Vahingoittuneena laajarakoinen puolivedenalainen alus vastustaa paremmin vedellä täyttymistä, mikä johtaa suurempaan suoristumisenergiaan ja pienempään vaaraan joutua veden alle. On tutkittu, että pylväiden vinous pystysuoran suhteen voi olla alueella yli 0° :sta alle 90° :een.

Puolivedenalainen alus on erityisen sopiva käytettäväksi jään vaivaamilla vesillä. Jäämassan lujuus puristuksessa on huomattavasti suurempi kuin nyrjähdyksessä tai taivutuksessa. Tämän keksinnön erään kohdan mukaisesti painolasti puretaan ja otetaan sisään, kun halutaan saattaa vakavuuspylväät kosketukseen jäämassan kanssa. Kun alus kohoaa, alaspäin ja ulospäin osoittavien pylväiden laidan ulkopuoliset pinnat aikaansaavat ylöspäin suuntautuvan tai taivutusvoiman jäämassaa vasten,

joka sijaitsee aluksen laidan ulkopuolella murtaen tällaisen massan. Kääntäen aluksen laskeminen saa pylväiden laidan sisäpuoliset pinnat aiheuttamaan alaspäin suuntautuvan taivutusvoiman jäätä vasten, joka sijaitsee kannen alla. Painolastia voidaan jatkuvasti ottaa sisään ja purkaa aluksen laskemiseksi ja nostamiseksi jaksottain, kun jääolosuhteet ovat ankarat.

Kuva 1 on sivuleikkauskuvanto puolivedenalaisesta aluksesta, joka on rakennettu tämän keksinnön mukaisesti;

kuva 2 on ylätasokuvanto kuvan 1 aluksesta;

kuva 3 on päätyleikkauskuvanto kuvan 1 aluksesta, jossa on poraustorni;

kuva 4 on kaavamainen sivuleikkauskuvanto perusviiva-aluksesta, jossa on pystysuorat vakavuuspylväät;

kuva 5 on päätyleikkauskuvanto kuvan 4 aluksesta;

kuva 6 on ylätasokuvanto kuvan 4 aluksesta;

kuva 7 on päätyleikkauskuvanto tämän keksinnön toteutusmuodosta, jossa vakavuuspylväät on asetettu 10° :n kulmaan;

kuva 8 on päätyleikkauskuvanto tämän keksinnön toteutusmuodosta, jossa vakavuuspylväät on asetettu 15° :n kulmaan;

kuva 9 on päätyleikkauskuvanto tämän keksinnön toteutusmuodosta, jossa vakavuuspylväät on asetettu 20° :n kulmaan;

kuva 10 on päätyleikkauskuvanto tämän keksinnön toteutusmuodosta, jossa vakavuuspylväät on asetettu 30° :n kulmaan;

kuva 11 esittää käyriä, jotka edustavat alusten ominaispiirteitä, joilla on toisistaan eroavat vakavuuspylväiden vinoudet;

kuvat 12A-12F esittävät oikaisuvinotuen käyriä kallistuskulman funktiona suorajalkaisen perusviiva-aluksen ja tämän keksinnön mukaisen laajarakkaisen puolivedenalaisen aluksen malleilla; ja kuvat 13-23 esittävät esimerkkejä tyypillisistä puolivedenalaisista alusmalleista, jotka ovat muunnettavissa tämän keksinnön mukaisesti laajan kelluvan rungon aikaansaamiseksi ja siten näiden alusten vakavuuden parantamiseksi.

Viitaten kuviin 1-3 esitetään laajarakkainen puolivedenalainen alus, jossa on vesitiivis kelluva kansi 10, joka on tuettu kolmen vakavuuspylvään 20 varaan, jotka kulkevat jatkuvasti

alaspäin ja ulospäin kannen 10 jokaisen laidan ulkosivun pohjalta. Nämä kolme vakavuuspylvästä 20 aluksen molemmiin puoliin on yhdistetty vastaavaan pitkänomaiseen ponttoonin 30 laajan kelluvan rungon aikaansaamiseksi alukselle 30. Kuten kuvassa 3 on esitetty, esimerkki rakenteellisesta ristikkopalkkijärjestelystä 40 on aikaansaatu jokaisen kolmen vastakkaisen vakavuuskolonnin 20 ja kannen 10 pohjan välille aluksen rakenteellisen yhtenäisyyden varmistamiseksi. Jokaisessa kolmessa rakenteellisessa ristikkopalkkijärjestelyssä 40 on poikittaisosa 42, joka yhdistää toisiinsa vastakkaiset vakavuuspylväiden 20 vastinparit, pystyosa 44, joka kulkee ylöspäin poikittaisosan 42 keskeltä kannen 10 pohjaan 46, ja pari vinoja osia 48, 50, jotka kulkevat ylöspäin poikittaisosan 42 keskeltä kannen 10 pohjaan 46. Rakenteellisilla ristikkopalkkijärjestelyillä voi olla mikä tahansa muoto tai malli, kunhan aluksen rakenteellinen yhtenäisyys säilyy.

Kannessa 10 on poikittainen keskusosa 52 ja ulokeosa 54, 56, joka kulkee alaspäin kannen 10 keskusosan 52 kummastakin päästä. Kummankin ulokkeen 54, 56 sisäpinta 58, 60 kulkee alaspäin ja ulospäin kannen 10 keskusosasta 52 kulmassa, joka voi vastata alaspäin ja ulospäin kulkevaa kolmea vakavuuspylvästä 20 aluksen kummallakin puolella.

Kannen 10 pohja 46 on rakennettu rakenteeltaan riittäväksi kestämään meren aiheuttamia "aaltojyskytys"-kuormia ja koko kansi on rakennettu vesitiiviiksi rakenteeksi aina pää- tai sääkannen 62 tasoon saakka.

Merivesipainolasti, polttoöljy ja porausvesi on sopivasti sijoitettu säiliöihin 64, jotka sijaitsevat kummassakin kelluntaponttoonissa 30, ja säiliöihin 66, jotka sijaitsevat kummassakin vakavuuskolonnissa 20. Tilat käyttömooottoreita ja voimansiirtoa ja nostimia varten on sijoitettu kelluntaponttoonin 30 alaosiin. Kuiva massavarasto porauslietettä ja -sementtiä varten voi olla sijoitettu vakavuuspylväiden 20 yläsäiliöihin 68 ja kanteen 10. Konetilat, varastotilat, verstaat ja asuinhytit sijaitsevat

myös kannessa 10. Pää- tai sääkantta 62 voidaan käyttää lisävarastotilana putkitelineille, poraustornille ja muille porauslaitteille ja koneistolle, lisähyteille, erityis- tai erikoistuneille verstaille tai laitteistolle, kuten palontorjuntalaitteille.

Vakavuuspylväät 20 on kallistettu pois pystysuorasta kulmaan, joka on erityisesti valittu aluksen vakavuusominaisuuksien parantamiseksi ja joka voi olla välillä 0-90°. Normaalityönnön vesilinjassa 80 aluksen tehokas leveys ja siitä johtuen aluksen vakavuus kasvaa ilman, että kansirakenteen jänneväli ja paino kasvaisivat ja kasvava tehokas leveys parantaa laivan vakavuutta. Aluksen ollessa syvässä painolastissa painolasti-veden alhainen sijainti kelluntaponttoonien 30 painolastisäiliössä 64 laskee aluksen painopistettä ja vaikka aluksen tehokas leveys pienenee, aluksen vakavuus ei huonone.

Kuten kuvassa 3 esitetään kahden ulokkeen 54, 56 järjestely muodostaa kannen 10 pohjan 46 kanssa käännetyt "V"-kuvion ulokkeiden 54, 56 välille. Tällainen kannen 10 pohjan 46 malli parantaa aluksen kykyä vastustaa "aaltojyskytys"-iskua sen ollessa syvässä painolastissa samalla, kun se minimoi kannen 10 haitallisen häiriön käyttösyväyksessä. Edelleen koska kansi 10 on kauttaaltaan vesitiivis, kannen 10 kelluvuus estää kumolleen kaatumisen katastrofaalisen vahingon, vedellä täyttymisen tai muun onnettomuuden tapahtuessa.

Seuraavassa on esitetty tulokset tutkimuksesta, joka on suoritettu tämän keksinnön etujen osoittamiseksi:

Mitoitus

Puolivedenalainen rungon muoto, jota käytettiin ehdotetun mallin vaikutuksen tutkimiseen perustui alukseen MSV "IOLAIR", "IOLAIR" koostuu kaksoisponttooneista, jotka tukevat kuutta vakavuuspylvästä kelluvan kannen alla. Ponttoonit ovat "laivanmallisia" siten, että niissä on virtaviivainen kaari eteenpäin

ja laivanmuotoinen peräpeili, joka tukee kanavoitua potkuria. Vakavuuspylväät ovat poikkileikkaukseltaan suorakulmaisia pyöristetyin kulmin.

Laajarunkoisen puolivedenalaisen alusmallin vaikutuksen korostamiseksi useita yksinkertaistuksia sovellettiin "IOLAIR"-aluksen muotoon kuten kuvissa 4-6 on esitetty. Ensinnäkin kaikki elementit, ponttoonit 92 ja vakavuuspylväät 94 katsottiin leikkaukseltaan suorakulmaiseksi ilman pyöristyksiä ja kaikille kuudelle vakavuuspylväälle 94 annettiin samat dimensiot. Edelleen ponttoonien 92 etu- ja takapäät katsottiin tylyiksi ilman virtaviivaisuutta. Etupylväät katsottiin upotetuiksi etuosan pystytukea vasten ja takapylväät samoin sijoitetuksi takaosan pystytukea vasten. Sekä ponttoonien 92 että vakavuuskolonniin 94 mitoituksi valittiin 11,0 m x 7,3 m. Pylväät 94 suunnattiin pitkä dimensio eteen ja taakse ja ponttoonit 92 lyhyt dimensio pystyyn. Pylväiden 94 keskiviiva asetettiin linjaan vastaa- van ponttoonin keskustan kanssa. Pylväiden 94 välissä olevien ristikkopalkkien (ei esitetty) kelluvuus jätettiin huomiotta. Vakavuuspylväiden 94 yläosan ympärillä kulki tiivis laatikkopalkki 90, jolla oli sama leveys kuin pylväillä ja syvyys kuin "IOLAIR"-aluksen kansirakenteella, mikä muodosti varakellumisen- renkaan. Vaikka tämä minimi varakelluvuus ei ollut riittävä kannattamaan aluksen koko painoa se valittiin tarkoituksella edustamaan perinteisesti kelluvan kannen vaikutusta ylitehostamatta kulmikkaiden pylväiden myötävaikutusta. Lopullisessa mallissa koko kannen on määrä olla vesitiivis.

Kuvien 4-6 perusviiva-aluksen tärkeimmät yksityiskohdat otettiin niinikään "IOLAIR"-aluksesta. Sekä ponttoonien 92 että pääkannen 90 (ne ovat tasaisia kaikista päistä) pituudeksi tuli 99,97 m ja pääkannen 90 leveydeksi tuli 47,55 m. Aluksen syvyys pidettiin vakiona 30,48 m:ssä kelluvan kannen 90 ottaessa siitä ylimmät 4,88 m.

Kuvien 4-6 suorajalkaisesta perusviiva-aluksesta tutkimuksessa vaihdeltiin vakavuuspylväiden kaltevuutta välillä 0-30° kiertä-

mällä pylväitä laidan ulkopuolelle kelluvan kannen pohjalta 14,63 m perusviivan yläpuolella. Näin ollen kannen leveys ja muut päämitat pidettiin vakiona.

Kun vakavuuspylväitä kallistettiin ulospäin, sivuseinämät säädettiin vakiopoikkileikkauksen ylläpitämiseksi kohtisuoraan pylvään akselia kohti. Koska kaltevuus lisäsi pylvään tehollista leveyttä, sisälaidan sivuseinämää pienennettiin pitäen ulkolaidan sivuseinämää vakiona. Ponttooneja ei kierretty vakavuuspylväiden mukaan, vaan ne sijoitettiin kauemmas erilleen niiden suuntauksen säilyttämiseksi pylväiden ulkolaidan reunaan nähden.

Suorajalkaiselle perusviiva-alukselle valittiin 20 000 tonnin suunnittelu-uppouma, mikä johti 15,24 m:n nimelliseen suunnittelusyvyykseen. Kuitenkin kun pylväitä kallistettiin ulospäin, uppouma kasvoi jonkin verran. Yhdenmukaisuuden saavuttamiseksi leveälle kallistettujen mallien suunnittelu-uppoumaa lisättiin suunnittelusyvyyksen ylläpitämiseksi.

Aluksen pystysuora painopiste suunnittelu-uppoumalla pidettiin 13,71 m:ssä perusviivan yläpuolella kaikilla tutkituilla malleilla. Muilla tarkastelluilla syväyksillä uppouman erot luettiin suolavesipainolastin lisäyksen tai poiston ominaisuudeksi. Kaikissa tapauksissa painolastia poistettiin ponttooneissa olevasta tilasta tai lisättiin siihen; 3,66 m:n pystysuorassa painopisteessä. Tämän vuoksi aluksen pystysuora painopiste jokaisella tarkastellulla syväyksellä laskettiin ja liitettiin arvosteluun. Saadut pystysuoran painopisteen muutokset olivat suuria tarkastellulla alueella ja näin ollen tärkeitä.

Varastojen ja/tai täydennysten mahdollisen kulutuksen vaikutuksena olisi vähentää yläosan painoa ja parantaa täten vakavuutta. Tämän vuoksi vaihtoehtoisia kuormitusolosuhteita ei tutkittu. Polttoaineen kulutus joko korvattaisiin lisäämällä painolastia ponttoonin, mikä ei muuttaisi vakavuutta, tai antamalla aluksen

kohota vedestä, mikä olisi sama kuin lasketut painolastin poistotilanteet.

Rungon muoto

Laajarunkoiset puolivedenalaiset alusmallit, joissa vakavuuspylväät on kallistettu 10° , 15° , 20° ja 30° , esitetään samassa järjestyksessä kuvissa 7-9 ja 10.

Vakavuuspylväiden tarkka kulma vastaa 30° :n laajarunkoisen puolivedenalaisen nimellistä kuvaa, kuitenkin kun kyseessä ovat keskisuurten kulmien mallit, todellinen kulma on hieman erilainen kuin nimellinen. Koska niiden alusten ominaisuudet, joiden pylväät olivat lähempänä arvioitua optimia, olivat tärkeitä, valitut sivukulmat valittiin realistisemmiksi, ts. parillisiksi luvuiksi. Tuloksena oleva pylväskulma pyöristettiin nimelliskulmaksi. Joka tapauksessa ero on melko pieni, alle yksi aste.

Niiden alusten hydrostaattiset ominaisuudet, joiden vakavuuspylväiden kulmat olivat 0° , 20° ja 30° , esitetään liitteessä I.

Alkuvakavuus

Kuva 11 esittää laajarunkoisen puolivedenalaisen aluksen alkuvakavuutta. Kuva esittää GM-arvoa pitkin vaaka-akselia vastaten mitä tahansa syväystä pitkin pystyakselia. Eri käyrät edustavat niiden alusten ominaisuuksia, joilla on erilainen vakavuuspylvään vinous, joka vaihtelee välillä $0-30^{\circ}$.

Kuten voidaan nähdä 15,24 m:n suunnittelisyväyksellä vakavuus paranee nopeasti kasvavalla pylvään kaltevuudella 1,37 m:n GM-arvosta 0° :ssa 9,45 m:n GM-arvoon 30° :ssa.

Kevyemmillä syväyksillä vakavuus vaihtelee suuremmalla alueella. Aluksilla, joilla on alle n. 10° :n pylvään kaltevuus, vakavuus itse asiassa pienenee; kun taas aluksilla, joilla on suurempi kaltevuus, vakavuus kasvaa. Hyvin kevyessä tilassa ennen kuin ponttoonit tulevat pintaan, suorajalkaisessa perusviivalaivassa

esiintyy negatiivinen GM, mutta 30° :n laajarunkoisella puoli-vedenalaisella aluksella on GM, joka ylittää 30,48 m.

Ominaisuudet ovat vähemmän poikkeavia suuremmissa kuin 15,24 m:n syväyksissä. Koska kaikissa alusmalleissa vakavuuspylväitä on pyöritetty saman pisteen, kelluvan kannen pohjan ympäri, niiden vesirajat tulevat yhä enemmän samanlaisiksi, kun aluksiin lastataan enemmän painolastia. Kun kelluvan kannen pohja on joutumaisillaan veden alle, ainoat erot vakavuudessa johtuvat pienistä eroista aluksen painolastissa, mikä antaa hieman erilaiset pystysuorat painopisteet. Näillä syväyksillä GM-arvot ovat n. 4,57-5,18 m kaikilla tutkituilla malleilla.

GM laskettiin käyttäen kuvien 4-10 piirroksia ja hydrostaattisia arvoja, jotka on esitetty liitteessä I 7,32 m:n ja 25,60 m:n vesilinjoissa, syväyksissä, jotka ovat juuri ennen ponttoonien murtautumista pinnalle ja juuri ennen kelluvan kannen joutumista veden alle. Muilla lasketuilla syväyksillä GM saatiin oikaisuvarren käyristä, joita kuvataan seuraavassa osassa aluksilla, joiden pylväskulmat ovat 0° , 20° ja 30° . Keskisuurilla 10° :n ja 15° :n kulmilla GM laskettiin käyttäen piirroksia ja hydrostaattisia arvoja 7,62 m:n ja 15,24 m:n syväyksillä ja loput käyrästä saatiin jatkamalla viivoja niiden tapausten välillä, jotka mitattiin täydellisesti.

Kuva 11 ei esitä GM-arvoa olosuhteissa, joissa ponttoonit ovat esillä tai kelluva kansi on veden alla. Vakavuus ylittää näissä tilanteissa toistaiseksi vakavuuden esitetyllä syväysalueella, mikä tekee vertailun merkityksettömäksi. Liitteessä II esitetään kuitenkin oikaisuvinotukien laskelmat, joista GM voidaan todeta näillä alueilla.

Kuvasta 11 vedettävä johtopäätös on, että vakavuuspylvään kaltevuuden järkevä valinta antaa laajarunkoisen puolivedenalaisen aluksen, jolla on parantunut GM koko syväyksien käyttöalueella. Tämän alkututkimuksen perusteella n. 10° - 20° :n kulma on edullinen.

Suuren kulman vakavuus

Oikaisuvarren (GZ) käyrät kallistuskulman funktiona laskettiin suorajalkaiselle perusviiva-alukselle ja laajarunkoisille puolivedenalaisille alusmalleille, joissa vakavuuspylväät oli kallistettu 20° ja 30° . Laskelmien yksityiskohdat on esitetty liitteessä II. Tulokset on esitetty kuvissa 12A-12F. Tarkastelujen eri mallien vertailun helpottamiseksi jokainen kuvista 12A-12F esittää tuloksia näillä kolmella aluksella määrätyllä syväyksellä. Käytetyt syväykset vaihtelevat 7,35 metristä, ponttoonit lähes näkyvissä, 25,62 metriin, kelluva kansi lähes veden rajassa. Jokainen kuvista 12A-12F esittää GZ-arvoja pitkin pystyakselia vastaten aluksen kallistuskulmaa pitkin vaakakselia.

Jokaisessa tutkitussa tapauksessa suuren kulman vakavuus parani vakavuuspylvään kaltevuuden kasvaessa. Lisäksi on huomattava, että maksimi oikaisuvarsi ja alue käyrän alla, oikaisuenergia vaihteli kääntäen verrannollisesti syväykseen. Kaikilla malleilla oli suurempi oikaisuenergia pienemmällä syväyksellä kuin syvässä painolastissa.

Tutkimuksen tästä osasta on vedettävä se johtopäätös, että mikä tahansa vakavuuspylväiden kallistus on hyödyllinen ja että mitä enemmän vinossa ne ovat, sitä suurempi etu saadaan.

Toinen tärkeä havainto, joka on tehtävissä tutkimuksen tästä osasta, koskee tuulesta johtuvaa kallistumista. Egon P.D. Bjerregaard ja Sverre Belschov, "Wind Overturning Effect on a Semi-Submersible", OTC paper 3063, 10th Annual Offshore Technology Conference, Houston, Texas, 8.-11. toukokuuta 1978 ovat esittäneet tuulikallistusmomentit ja -vipuvoimat MSV "IOLAIR"-alukselle laskettuna ABS-menetelmällä. Annettuja tietoja käytettiin likimääräisten tuulikallistuskäyrien kehittämiseen tämän tutkimuksen malleille. Saadut kallistusvarret on piirretty kuviin 12A-12F. Ne paljastavat, että suorajalkainen perusviiva-alus kallistuu jopa 17° 51,44 m/s:n tuulella sen

ollessa 15,24 m:n suunnittelysyväyksessä. Kuitenkin tutkitut laajarunkoiset puolivedenalaiset alusmallit kallistuvat alle 3° samoissa olosuhteissa. Suuri ero paljastaa aluksen suorituskyvyn herkkyyden pienille GM:n ja mallin eroille ja se on luettavissa oikaisuvarsien ja kallistusvarsien kulman välisen suhteen ominaisuudeksi.

Vakavuus vahingoittuneena

Tutkimus käsitti lyhyen katsauksen vakavuudesta vahingoittuneena suorajalkaisella perusviiva-aluksella ja laajarunkoisella puolivedenalaisella aluksella, jonka vakavuuspylväät ovat 30° :n kulmassa. Tutkittiin kahta olosuhdetta. Ensimmäisessä yhden etumaisen vakavuuspylvään täyttymistä vedellä ponttoonin yläosan ja kelluvan kannen pohjan väliltä; toisessa saman pylvään täyttymistä, yhdessä sen ponttoonin ensimmäisten 23,16 metrin kanssa. Tapaukset valittiin edustamaan katastrofaalisia onnettomuuksia ja jätettiin huomiotta suurempi osakokonaisuus, joka todellisuudessa on odotettavissa lopullisessa suunnittelussa.

Analyysi paljastaa, että kummallakin vahingon laajuudella laajarunkoinen puolivedenalainen alus säilyttää suuremman oikaisuenergian ja kärsii pienemmästä vajoamisesta kuin perusviiva-alus.

Tämän tutkimuksen tarkoituksiin kahden tarkastellun mallin suhteellinen suorituskyky eivätkä absoluuttiset luvut on tärkeää. Koska valitussa yksinkertaistetussa rungon muodossa oli vain vesitiivis rengas pääkannen ympärillä täysin kelluvan rakenteen sijasta, kallistuman ja kulkusyvyyden lopullista mittausta on liioiteltu. Lopullisessa mallissa olisi täysin kelluva kansirakenne. Tämän vuoksi seuraava taulukko esittää vertailutarkoituksessa näiden kahden tutkitun olosuhteen tuloksia.

Vahingoittuneen vakavuuden laskennan yksityiskohtia esitetään liitteessä III.

Vahingoittuneen vakavuuden tulokset

	<u>Perusviiva</u>		<u>WBSS 30°</u>	
	<u>Pylväs</u>	<u>Pylväs & ponttoonit</u>	<u>Pylväs</u>	<u>Pylväs & ponttoonit</u>
Aluksen osasto veden täyttämä				
Kallistuma	18,0°	21,0°	12,2°	17,0°
Kulkusyväys (m)	10,36	15,54	11,89	13,87
Syväys (m)	17,62	19,81	18,41	20,42
Kulman korkeus lopullisen WL:n yläpuolella (m)	-0,043	-5,82	0,96	-3,96

Johtopäätökset

Ehdotettu laajarakenteisen puolivedenalaisen aluksen käsite antaa todella aluksen, jolla on selvästi paremmat ominaisuudet kaikilla vakavuuden alueilla.

Perustaksi valitulla aluskoolla ja -suhteilla vakavuuspylvään edullinen kulma on välillä 10-20°, mutta vielä paremmat ominaisuudet osoitettiin vakavuuspylväiden kulmilla, jotka olivat yli 0-30°. Tarkka malli riippuu halutuista toimintaominaisuuksista. Kelluva kansirakenne on hyödyllinen suurilla kallistuskulmilla ja vahingoittuneissa olosuhteissa ja se on edullista liittää suunnitteluun.

Vaikka edellä oleva kuvaus ja tutkimus olivat ominaisia puolivedenalaiselle alukselle, jossa oli pitkänomainen kansi ja yhdensuuntaiset ponttoonit liitettynä kanteen vakavuuspylväiden avulla, jollaiset esitetään kuvassa 13, tässä keksinnössä tarkastellaan mitä tahansa vakavuuspylväiden lukumäärää ja vakavuuspylväiden kallistamista ulkolaidalle kansirakenteesta missä tahansa monista puolivedenalaisen aluksen malleista, joita on esitetty kuvissa 14-23.

Kuva 14 esittää vakavuuspylväiden 96 ja jalkojen 97 viisikulmaista järjestelyä. Kummassakin kuvasta 13 ja 14 esitetään myös poraustorni 100, 101 ja väline vastaavien alusten 102, 103 kuljettamiseksi eteenpäin. Tämä keksintö sulkee sisäänsä

vakavuuspylväiden 96 ja jalkojen 97 kallistamisen säteittäisesti ulospäin esitetyn viisikulmaisen aluksen vakavuuden parantamiseksi.

Samalla tavoin kuva 15 esittää vakavuuspylväiden 104 ja jalkojen 105 kolmiomaista järjestelyä näiden vakavuuspylväiden ja jalkojen ollessa kallistettu ulospäin katkoviivojen esittämällä tavalla. Kuvien 16-23 puolivedenalaiset alusmallit tunnetaan seuraavilla nimillä: kuva 16 Ring, kuva 17 A-Type, kuva 18 Y-Type, kuva 19 V-Type, kuva 20 Catamaran, kuva 21 Angle Catamaran, kuva 22 Trimaran ja kuva 23 Grid.

Tämän keksinnön mukaisesti rakennettu puolivedenalainen alus on erityisen sopiva toimimaan jään vaivaamilla vesillä. Viitaten esimerkiksi kuvaan 3 alus on esitetty paikallaan poraamassa merenalaista porausreikää poraustornilla 53 kannen 10 läpi kelluvan kanavan tai yösäiliön 55 läpi. Kun halutaan murtaa laidan ulkopuolinen jäämassa, jollainen esitetään kohdassa 61, painolastisäiliöissä 61 oleva merivesipainolasti pumpataan mereen pumpuilla 57, 59 aluksen kohottamiseksi siten, että pylväät 20 aiheuttavat ylöspäin tarvittavan voiman massaan 61 murtaen sen.

Kääntäen kun halutaan murtaa kannen 10 alla oleva jäämassa, kuten kohdassa 63 esitetty massa, painolastia pumpataan pumppujen 57, 59 avulla ympäröivästä vedestä painolastisäiliöihin 56 syvään painolastiin tai aluksen asettamiseksi veteen siten, että vakavuuspylväät 20 aiheuttavat alaspäin taivuttavan voiman massaan 63 murtaen sen.

Puolivedenalaiselle alukselle, jollaisia tässä keksinnössä on tarkasteltu, löytyy käyttöä ei vain kuvassa 3 esitetystä öljynporauksessa, vaan myös tuotettaessa rannikon edustan sijaintipaikoissa ja yleishyödyllisiin palveluksiin rannikon edustan laitoksilla, kuten pelastusaluksiksi. Niinpä on ajateltu, että hyötytarkoituksiin käytetty puolivedenalainen alus voi toimia jäänmurtajana rannikon edustan laitosten suojaamiseksi.

LIITE I

HYDROSTATIIKKA

i	PERUSMUOTO
ii	WBSS 20 ^o :n KALLISTUS
iii	WBSS 30 ^o :n KALLISTUS

HYDROSTATIIKKA

PERUSVIIVA 0°

	Yksiköt ja määritelmät
Uppouma	Uppouma (tonnia)
Syväys	Korkeus (m) perusviivan yläpuolella aluksen keskipisteen kohdalla
KB	Kelluvan kannen keskiosan korkeus (m) perusviivan yläpuolella
LCB	Kelluvan kannen pituussuuntaisen keskipisteen etäisyys aluksen keskipisteestä
LCF	Kellukkeen pituussuuntaisen keskipisteen etäisyys aluksen keskipisteestä
LONG KM	Pitkittäinen metasentrinen korkeus (m) perusviivan yläpuolella
MT1	Tarvittava momentti (m x tonnia) kulkusyväyksen muuttamiseksi 1 cm
TPI	Tonnia 1 cm:n syväystä kohti
TRANS KM	Poikittainen metasentrinen korkeus (m) perusviivan yläpuolella
Tilavuus	Syrjäytetty tilavuus (m ³)
WPLANE AREA	Pinta-ala vesitasossa (m ²)

Aluksen pituus = 99,974 m Maksimisäde = 51,206 m

Kulku- 0,00 m Veden tiheys 0,975 m³/1000 kg
syväys

Syväys m	Tilavuus m ³	Uppouma tonnia	LCB m	KB m	WPLANE AREA m ²
6,0960	13374,6	13711,44	0	3,0480	2194,00
7,3149	16048,8	16453,05	0	3,6573	2194,00
7,3155	16049,7	16453,88	0	3,6576	481,61
9,1440	16930,3	17356,68	0	3,8953	481,61
12,192	18398,2	18861,60	0	4,4358	481,61
15,240	19866,1	20366,52	0	5,1212	481,61
18,288	21334,1	21871,43	0	5,9227	481,61
21,336	22802,0	23376,34	0	6,8165	481,61
25,603	24857,0	25483,07	0	8,1933	481,61
25,604	24857,8	25484,37	0	8,1939	2185,08

Syväys m	LCF m	TPI ton- nia/cm	LONG KM m	TRANS KM m	MT1 m x tonnia
6,0960	0	22,5	161,4	71,079	217,09
7,3148	0	22,5	135,6	60,350	217,09
7,3155	0	4,92	44,17	15,935	66,67
9,1440	0	4,92	42,31	15,533	66,67
12,192	0	4,92	39,78	15,146	66,67
15,240	0	4,92	37,86	15,039	66,67
18,288	0	4,92	36,39	15,158	66,67
21,336	0	4,92	35,33	15,456	66,67
25,603	0	4,92	34,35	16,118	66,67
25,604	0	22,4	123,4	34,890	293,63

HYDROSTATIIKKA

20°

Aluksen pituus = 99,974 m

Maksimisäde = 64,618 m

Kulkusyväys 0 m Veden tiheys 0,975 m³/1000 kg

Syväys m	Tilavuus m ³	Uppouma tonnia	LCB m	KB m	WPLANE AREA m ²
6,0960	13374,6	13711,442	0	3,048	2194,00
7,3149	16048,9	16453,05	0	3,7	2194,00
7,3155	16049,6	16453,9	0	3,65	512,6
9,1440	16987,6	17415,5	0	3,9	512,6
12,192	18551,2	19018,4	0	4,47	512,6
15,240	20114,7	20621,3	0	5,19	512,6
18,288	21678,2	22224,3	0	6,03	512,6
21,336	23241,8	23827,2	0	6,95	512,6
25,603	25430,6	26071,1	0	8,3	512,6
25,604	25431,5	26071,975	0	8,38	2259,4

Syväys m	LCF m	TPI ton- nia/cm	LONG KM m	TRANS KM m	MT1 m x tonnia
6,0960	0	22,5	161,4	122,7	217,09
7,3148	0	22,5	135,6	103,3	217,09
7,3155	0	5,24	4,73	26,40	71,006
9,1440	0	5,24	44,7	24,3	71,006
12,192	0	5,24	41,8	21,6	71,006
15,240	0	5,24	39,6	19,6	71,006
18,288	0	5,24	37,97	18,2	71,006
21,336	0	5,24	36,7	17,2	71,006
25,603	0	5,24	35,6	16,4	71,006
25,604	0	23,16	122,9	35,2	298,7

HYDROSTATIIKKA

30°

Aluksen pituus = 99,974 m

Maksimisäde = 72,32 m

Kulkusyväys 0 m Veden tiheys 0,975 m³/1000 kg

Syväys m	Tilavuus m ³	Uppouma tonnia	LCB m	KB m	WPLANE AREA m ²
6,0960	13374,6	13711,4	0	3,048	2193,9
7,3149	16048,8	16453,05	0	3,7	2193,9
7,3155	16049,7	16453,9	0	3,7	556,05
9,1440	17066,4	17496,3	0	4,0	556,05
12,192	18761,3	19233,8	0	4,6	556,05
15,240	20456,1	20971,4	0	5,3	556,05
18,288	22150,9	22708,9	0	6,2	556,05
21,336	23845,9	24449,1	0	7,2	556,05
25,603	26218,5	26878,9	0	8,6	556,05
25,604	26219,4	26879,8	0	8,6	2361,6

Syväys m	LCF m	TPI ton- nia/cm	LONG KM m	TRANS KM m	MT1 m x tonnia
6,0960	0	22,48	161,4	159,05	217,09
7,3149	0	22,48	135,6	133,6	217,09
7,3155	0	5,7	50,4	35,27	76,10
9,1440	0	5,7	47,10	31,6	76,10
12,192	0	5,7	44,5	26,8	76,10
15,240	0	5,7	42,001	23,18	76,10
18,288	0	5,7	40,05	20,5	76,10
21,336	0	5,7	38,7	18,6	76,10
25,603	0	5,7	37,2	16,9	76,10
25,604	0	24,2	122,3	35,6	305,7

LIITE II

OIKAISUVINOTUET

- i PERUSMUOTO
- ii WBSS 20⁰ KALLISTUS
- iii WBSS 30⁰ KALLISTUS
- iv VCG PERUSMUOTO
- v VCG 20⁰ KALLISTUS
- vi VCG 30⁰ KALLISTUS

i

PERUSMUOTO

DYNAAMINEN VAKAVUUS

Aluksen nimi Perusmuoto PVM 11/9/82

Yksiköt ja määritelmät

Uppouma	Uppouma (tonnia)
Syväys	Korkeus (m) perusviivan yläpuolella aluksen keskipisteen kohdalla
KG	Painopisteen korkeus perusviivan yläpuolella (m)
LCB	Kelluvan kannen pituussuuntaisen keskipisteen etäisyys aluksen keskipisteestä (m)
LCG	Painopisteen etäisyys pituussuunnassa aluksen keskipisteestä (m)
TRIM	Kulkusyväys (m)
RA	Oikaisuvinotuki (m)

Aluksen pituus = 99,974 m

Veden tiheys = 0,975 m³/1000 kg

Suunnitteluehto 1

Syväys	7,010 m
Uppouma	15749 tonnia
KG	16,636 m
LCG	0 m

Kallistus kulma	FA m	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	0,0000	1574	-0	7,0015	0	2
0,57	0,460	1574	0	7,0015	0	1
5,00	1,318	1574	-0	7,927	0	2
10,00	2,105	1574	0	9,07	0	2
15,00	2,10	1574	0	10,25	0	2
20,00	3,10	1574	0	11,48	0	2
25,00	5,10	1574	0	12,80	0	3
30,00	7,17	1574	0	13,60	0	4
35,00	10,76	1574	0	14,09	0	3
40,00	12,30	1574	-0	13,21	0	3

Suunnitteluehto 2

Syväys	7,285 m
Uppouma	16257 tonnia
KG	16,23 m
LCG	0 m

Kallistus- kulma	RA m	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	0,0000	1625	0	7,2	0	2
0,57	0,23	1625	-0	7,3	0	2
5,00	0,9	1625	0	8,2	0	2
10,00	1,65	1625	-0	9,4	0	2
15,00	2,5	1625	0	10,6	0	2
20,00	3,5	1625	-0	11,9	0	2
25,00	4,6	1625	0	13,17	0	3
30,00	6,9	1625	-0	14,33	0	4
35,00	10,7	1625	0	14,48	0	3
40,00	12,5	1625	0	14,07	0	3

Suunnitteluehto 3

Syväys	7,346 m
Uppouma	16460 tonnia
KG	16,075 m
LCG	0 m

Kallistus- kulma	RA m	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	0,0000	16460	0	7,327	0	2
0,57	0,07	16460	0	7,448	0	2
5,00	0,72	16460	0	8,446	0	2
10,00	1,48	16460	-0	9,589	0	2
15,00	2,32	16460	0	10,769	0	2
20,00	3,28	16460	0	12,005	0	2
25,00	4,42	16460	0	13,323	0	2
30,00	6,79	16460	0	14,456	0	4
35,00	10,6	16460	0	14,644	0	3
40,00	12,45	16460	0	14,416	0	3

Suunnitteluehto 4

Syväys	9,144 m
Uppouma	17273 tonnia
KG	15,490 m
LCG	0

Kallistus- kulma	RA m	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	0,0000	17273	-0	8,973	0	2
0,57	0,00076	17273	-0	8,973	0	1
5,00	0,1307	17273	-0	9,147	0	4
10,00	0,8524	17273	-0	10,20	0	4
15,00	1,6753	17273	0	11,36	0	3
20,00	2,623	17273	0	12,59	0	2
25,00	3,7505	17273	0	13,91	0	2
30,00	6,415	17273	0	14,93	0	4
35,00	10,453	17273	-0	15,26	0	3
40,00	12,1315	17273	-0	15,71	0	3

Suunnitteluehto 5

Syväys	11,278 m
Uppouma	18288 tonnia
KG	14,835 m
LCG	0

Kallistus- kulma	RA m	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	0,0000	18288	-0	11,031	0	2
0,57	0,0042	18288	0	11,031	0	1
5,00	0,0404	18288	-0	11,031	0	1
10,00	0,2356	18288	-0	11,229	0	4
15,00	0,9858	18288	0	12,228	0	4
20,00	1,9044	18288	0	13,397	0	4
25,00	3,0102	18288	0	14,678	0	4
30,00	6,0408	18288	0	15,512	0	4
35,00	10,01	18288	0	16,034	0	3
40,00	11,211	18288	0	17,230	0	4

Suunnitteluehto 6

Syväys	13,4112 m
Uppouma	19 305 tonnia
KG	14,246 m
LCG	0

Kallistus- kulma	RA m	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	0,0000	19 305	0	13,089	0	2
0,57	0,0084	19 305	0	13,089	0	1
5,00	0,0768	19 305	0	13,089	0	1
10,00	0,1744	19 305	-0	13,089	0	1
15,00	0,4797	19 305	-0	13,343	0	4
20,00	1,3178	19 305	-0	14,34	0	4
25,00	2,5217	19 305	0	15,486	0	3
30,00	5,777	19 305	0	16,069	0	3
35,00	9,427	19 305	0	16,786	0	3
40,00	10,200	19 305	-0	18,480	0	4

Suunnitteluehto 7

Syväys	15,240 m
Uppouma	20 321 tonnia
KG	13,716 m
LCG	0

Kallistus- kulma	RA m	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	0,0000	20 321	0	15,147	0	2
0,57	0,0132	20 321	0	15,147	0	1
5,00	0,1187	20 321	-0	15,147	0	1
10,00	0,2567	20 321	0	15,147	0	1
15,00	0,4350	20 321	0	15,147	0	1
20,00	0,8982	20 321	0	15,496	0	4
25,00	2,3065	20 321	-0	16,296	0	2
30,00	5,6189	20 321	0	16,641	0	3
35,00	8,7342	20 321	-0	17,526	0	3
40,00	9,2309	20 321	-0	19,546	0	4

Suunnitteluehto 8

Syväys 21,336 m
 Uppouma 23369 tonnia
 KG 12,405 m
 LCG 0

Kallistus- kulma	RA m	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	0,0000	23369	0	21,321	0	2
0,57	0,0305	23369	0	21,321	0	1
5,00	0,2688	23369	0	21,321	0	1
10,00	0,55318	23369	0	21,321	0	1
15,00	1,1484	23369	0	20,734	0	4
20,00	1,95166	23369	0	19,786	0	4
25,00	2,9290	23369	0	18,758	0	4
30,00	5,2232	23369	0	18,694	0	3
35,00	6,3693	23369	0	20,182	0	4
40,00	6,62077	23369	0	22,550	0	4

Suunnitteluehto 9

Syväys 25,572 m
 Uppouma 25401 tonnia
 KG 11,704 m
 LCG 0

Kallistus- kulma	RA m	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	0,0000	25401	0	25,437	0	2
0,57	0,0520	25401	0	25,418	0	3
5,00	0,7119	25401	0	24,607	0	4
10,00	1,4769	25401	0	23,670	0	4
15,00	2,2820	25401	0	22,704	0	4
20,00	3,1524	25401	0	21,692	0	4
25,00	4,0056	25401	0	20,807	0	4
30,00	4,7316	25401	0	20,851	0	3
35,00	5,0955	25401	0	22,589	0	4
40,00	5,2682	25401	0	24,930	0	4

Suunnitteluehto 10

Syväys 25,633 m
 Uppouma 25604 tonnia
 KG 11,640 m
 LCG 0

Kallistus- kulma	RA m	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	0,0000	25604	0	25,657	0	2
0,57	0,1347	25604	0	25,59	0	3
5,00	0,8048	25604	0	24,786	0	4
10,00	1,5779	25604	0	23,850	0	4
15,00	2,3899	25694	0	22,884	0	4
20,00	3,2655	25604	0	21,872	0	4
25,00	4,0815	25604	0	21,060	0	4
30,00	4,6572	25604	0	21,174	0	3
35,00	4,9900	25604	0	22,876	0	4
40,00	5,1525	25604	0	25,203	0	4

ii WBSS 20⁰ KALLISTUS

DYNAAMINEN VAKAVUUS

Aluksen pituus = 99,974 m
 Veden tiheys = 9,975 m³/1000 kg

Suunnitteluehto 1

Syväys 7,0104 m
 Uppouma 15,241 tonnia
 KG 16,80 m
 LCG 0

Kallistus- kulma	RA m	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	0,0000	15 241	0	6,775	0	5
0,57	0,942	15 241	0	6,775	0	1
5,00	3,624	15 241	0	7,919	0	2
10,00	5,717	15 241	-0	9,4646	0	2
15,00	7,674	15 241	0	11,101	0	2
20,00	9,555	15 241	-0	12,859	0	3
25,00	11,427	15 241	0	14,767	0	5
30,00	15,430	15 241	0	15,625	0	4
35,00	17,116	15 241	0	14,483	0	3
40,00	15,430	15 241	0	11,798	0	4

Suunnitteluehto 2

Syväys 7,284 m
 Uppouma 16 257 tonnia
 KG 16,386 m
 LCG 0

Kallistus- kulma	RA m	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	0,000	16 257	-0	7,227	0	2
0,57	0,455	16 257	-0	7,340	0	2
5,00	2,309	16 257	-0	8,650	0	2
10,00	4,235	16 257	-0	10,206	0	2
15,00	6,043	16 257	-0	11,846	0	2
20,00	7,789	16 257	0	13,608	0	2
25,00	9,736	16 257	0	15,477	0	4
30,00	14,599	16 257	-0	16,352	0	4
35,00	17,410	16 257	0	15,993	0	3
40,00	16,076	16 257	0	13,676	0	5

Suunnitteluehto 3

Syväys	7,345 m
Uppouma	16 458 tonnia
KG	16,231 m
LCG	0

Kallistus- kulma	RA m	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	0,000	16 458	-0	7,327	0	2
0,57	0,243	16 458	0	7,486	0	2
5,00	2,073	16 458	-0	8,803	0	2
10,00	3,975	16 458	0	10,353	0	2
15,00	5,763	16 458	-0	11,994	0	2
20,00	7,399	16 458	-0	13,758	0	2
25,00	9,479	16 458	-0	15,612	0	4
30,00	14,476	16 458	-0	16,484	0	4
35,00	17,398	16 458	-0	16,286	0	3
40,00	16,241	16 458	-0	14,146	0	5

Suunnitteluehto 4

Syväys	9,144 m
Uppouma	17 374 tonnia
KG	15,569 m
LCG	0

Kallistus- kulma	RA m	Uppouma tonnia	LCB	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	0,000	17 374	0	9,065	0	2
0,57	0,088	17 374	0	9,066	0	2
5,00	1,0948	17 374	-0	9,504	0	4
10,00	2,8846	17 374	0	11,020	0	2
15,00	4,588	17 374	-0	12,665	0	2
20,00	6,242	17 374	0	14,432	0	2
25,00	8,483	17 374	0	16,195	0	4
30,00	13,901	17 374	0	17,059	0	4
35,00	16,941	17 374	0	17,562	0	3
40,00	16,857	17 374	0	18,022	0	3

Suunnitteluehto 5

Syväys 11,277 m
 Uppouma 18441 tonnia
 KG 14,880 m
 LCG 0

Kallistus- kulma	RA m	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	0,000	18 441	0	11,094	0	2
0,57	0,076	18 441	-0	11,095	0	2
5,00	0,670	18 441	-0	11,165	0	2
10,00	1,799	18 441	0	11,921	0	4
15,00	3,381	18 441	-0	13,474	0	4
20,00	4,955	18 441	0	15,221	0	3
25,00	7,560	18 441	-0	16,835	0	4
30,00	13,111	18 441	-0	17,716	0	3
35,00	15,759	18 441	0	18,964	0	4
40,00	15,731	18 441	0	21,177	0	5

Suunnitteluehto 6

Syväys 13,4112 m
 Uppouma 19508 tonnia
 KG 14,265 m
 LCG 0

Kallistus- kulma	RA m	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	0,000	19508	0	13,123	0	2
0,57	0,0667	19508	0	13,124	0	2
5,00	0,587	19508	0	13,192	0	2
10,00	1,2036	19508	0	13,402	0	2
15,00	2,378	19508	0	14,456	0	4
20,00	3,846	19508	0	16,102	0	4
25,00	6,902	19508	-0	17,442	0	4
30,00	12,213	19508	0	18,362	0	3
35,00	14,222	19508	0	20,229	0	4
40,00	14,275	19508	0	22,861	0	5

Suunnitteluehto 7

Syväys	15,24 m
Uppouma	20575 tonnia
KG	13,716 m
LCG	0

Kallistus- kulma	RA m	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	0,000	20575	0	15,151	0	2
0,57	0,059	20575	-0	15,152	0	2
5,00	0,523	20575	0	15,218	0	2
10,00	1,073	20575	0	15,421	0	2
15,00	1,686	20575	0	15,788	0	4
20,00	2,927	20575	0	17,129	0	4
25,00	6,427	20575	0	18,051	0	3
30,00	11,238	20575	-0	19,005	0	3
35,00	12,732	20575	0	21,287	0	4
40,00	12,852	20575	0	24,168	0	5

Suunnitteluehto 8

Syväys	21,336 m
Uppouma	23826 tonnia
KG	12,344 m
LCG	0

Kallistus- kulma	RA m	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	-0,000	23826	0	21,334	0	2
0,57	0,0484	23826	0	21,335	0	2
5,00	0,4282	23826	0	21,394	0	2
10,00	0,8799	23826	0	21,569	0	4
15,00	1,8534	23826	0	21,058	0	4
20,00	3,1906	23826	0	20,307	0	3
25,00	5,7576	23826	0	20,016	0	4
30,00	8,1841	23826	0	21,395	0	4
35,00	8,771	23826	0	24,101	0	4
40,00	9,002	23826	0	27,382	0	4

Suunnitteluehto 9

Syväys	25,572 m					
Uppouma	26011 tonnia					
KG	11,613 m					
LCG	0					
Kallistus- kulma	RA m	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	0,000	26011	0	25,488	0	2
0,57	0,0667	26011	0	25,446	0	3
5,00	0,8068	26011	0	24,665	0	4
10,00	1,7474	26011	0	23,805	0	4
15,00	2,8401	26011	0	22,966	0	4
20,00	4,13735	26011	0	22,153	0	4
25,00	5,3977	26011	0	21,883	0	4
30,00	6,2816	26011	0	23,678	0	4
35,00	6,7235	26011	0	26,334	0	4
40,00	6,9223	26011	0	29,613	0	4

Suunnitteluehto 10

Syväys	25,633 m					
Uppouma	26011 tonnia					
KG	11,491 m					
LCG	0					
Kallistus- kulma	RA m	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	0,000	26011	0	25,752	0	2
0,57	0,2087	26011	0	25,737	0	3
5,00	0,9756	26011	0	24,995	0	4
10,00	1,9223	26011	0	24,135	0	4
15,00	3,0156	26011	0	23,293	0	4
20,00	4,2766	26011	0	22,518	0	4
25,00	5,3400	26011	0	22,422	0	3
30,00	5,9868	26011	0	24,178	0	4
35,00	6,3956	26011	0	26,802	0	4
40,00	6,5873	26011	0	30,059	0	4

34

79989

iii

WBSS 30⁰ KALLISTUS

DYNAAMINEN VAKAVUUS
30°

Aluksen pituus = 99,974 m
Veden tiheys = 0,975 m³/kg

Suunnitteluehto 1

Syväys 7,0104 m
Uppouma 15749 tonnia
KG 17,026 m
LCG 0

Kallistus- kulma	RA m	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	0,000	15749	-0	7,00156	0	2
0,57	1,1948	15749	0	7,0073	0	3
5,00	4,152	15749	0	8,4600	0	2
10,00	7,053	15749	0	10,209	0	2
15,00	9,6322	15749	0	12,088	0	2
20,00	11,976	15749	-0	14,130	0	3
25,00	14,810	15749	0	16,174	0	5
30,00	19,580	15749	0	16,561	0	4
35,00	19,146	15749	0	14,630	0	4
40,00	17,330	15749	0	11,9819	0	4

Suunnitteluehto 2

Syväys 7,28472 m
Uppouma 16257 tonnia
KG 16,609 m
LCG 0

Kallistus- kulma	RA m	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	0,000	16257	0	7,227	0	2
0,57	0,615	16257	0	7,359	0	2
5,00	3,431	16257	0	8,823	0	2
10,00	6,230	16257	-0	10,577	0	2
15,00	8,724	16257	0	12,462	0	2
20,00	10,996	16257	0	14,503	0	3
25,00	14,076	16257	0	16,506	0	5
30,00	19,344	16257	-0	16,969	0	4
35,00	19,464	16257	0	15,360	0	4
40,00	17,722	16257	0	12,822	0	5

Suunnitteluehto 3

Syväys	7,345 m
Uppouma	16460 tonnia
KG	16,447 m
LCG	0

Kallistus- kulma	RA m	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	-0,000	16460	0	7,326	0	2
0,57	0,379	16460	0	7,503	0	2
5,00	3,1555	16460	0	8,969	0	2
10,00	5,916	16460	0	10,724	0	2
15,00	8,378	16460	0	12,607	0	2
20,00	10,622	16460	0	14,653	0	3
25,00	13,797	16460	0	16,631	0	5
30,00	19,230	16460	0	17,129	0	3
35,00	19,584	16460	0	15,677	0	4
40,00	17,870	16460	0	13,178	0	5

Suunnitteluehto 4

Syväys	9,144 m
Uppouma	17578 tonnia
KG	15,633 m
LCG	0

Kallistus- kulma	RA m	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	-0,000	17578	0	9,286	0	2
0,57	0,157	17578	-0	9,288	0	2
5,00	1,764	17578	0	9,795	0	4
10,00	4,318	17578	0	11,532	0	2
15,00	6,618	17578	-0	13,422	0	2
20,00	8,727	17578	0	15,475	0	2
25,00	12,415	17578	-0	17,275	0	4
30,00	18,402	17578	0	17,996	0	3
35,00	20,120	17578	0	17,933	0	3
40,00	18,578	17578	0	15,776	0	5

Suunnitteluehto 5

Syväys	11,277 m
Uppouma	18695 tonnia
KG	14,920 m
LCG	0

Kallistus- kulma	RA m	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	-0,000	18695	0	11,247	0	2
0,57	0,1319	18695	-0	11,248	0	2
5,00	1,1606	18695	0	11,370	0	2
10,00	2,944	18695	-0	12,407	0	4
15,00	5,078	18695	-0	14,241	0	3
20,00	7,0704	18695	0	16,296	0	2
25,00	11,313	18695	0	17,880	0	4
30,00	17,303	18695	0	18,840	0	3
35,00	19,021	18695	0	20,384	0	4
40,00	18,710	18695	0	22,373	0	5

Suunnitteluehto 6

Syväys	13,411 m
Uppouma	19812 tonnia
KG	14,283 m
LCG	0

Kallistus- kulma	RA m	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	-0,000	19812	0	13,207	0	2
0,57	0,1118	19812	0	13,209	0	2
5,00	0,982	19812	0	13,325	0	2
10,00	1,999	19812	0	13,687	0	4
15,00	3,767	19812	-0	15,178	0	4
20,00	5,635	19812	0	17,154	0	4
25,00	10,435	19812	0	18,455	0	4
30,00	16,005	19812	0	19,665	0	3
35,00	17,202	19812	0	22,029	0	5
40,00	17,116	19812	0	24,925	0	5

Suunnitteluehto 7

Syväys	15,24 m
Uppouma	20930 tonnia
KG	13,46 m
LCG	0

Kallistus- kulma	RA m	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	0,000	20930	0	15,168	0	2
0,57	0,095	20930	-0	15,169	0	2
5,00	0,837	20930	0	15,281	0	2
10,00	1,705	20930	0	15,627	0	2
15,00	2,743	20930	0	16,361	0	4
20,00	4,650	20930	0	18,027	0	4
25,00	9,707	20930	0	19,013	0	4
30,00	14,559	20930	0	20,470	0	4
35,00	15,407	20930	0	23,283	0	5
40,00	15,416	20930	0	26,540	0	5

Suunnitteluehto 8

Syväys	21,336 m
Uppouma	24385 tonnia
KG	12,293 m
LCG	0

Kallistus- kulma	RA m	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	0,000	24385	0	21,228	0	2
0,57	0,063	24385	0	21,229	0	2
5,00	0,557	24385	0	21,325	0	2
10,00	1,143	24385	0	21,610	0	4
15,00	2,395	24385	0	21,219	0	4
20,00	4,194	24385	0	20,613	0	3
25,00	7,907	24385	0	20,946	0	4
30,00	9,934	24385	0	23,122	0	4
35,00	10,517	24385	0	26,296	0	4
40,00	10,721	24385	0	30,088	0	5

Suunnitteluehto 9

Syväys	25,572 m
Uppouma	26620 tonnia
KG	11,567 m
LCG	0

Kallistus- kulma	RA m	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	0,000	26620	0	25,149	0	2
0,57	0,0542	26620	0	25,150	0	2
5,00	0,8086	26620	0	24,542	0	4
10,00	1,8903	26620	0	23,747	0	4
15,00	3,2183	26620	0	23,006	0	4
20,00	4,876	26620	0	22,358	0	4
25,00	6,666	26620	0	22,738	0	4
30,00	7,562	26620	0	25,207	0	4
35,00	8,038	26620	0	28,354	0	4
40,00	8,248	26620	0	32,138	0	4

Suunnitteluehto 10

Syväys	25,633 m
Uppouma	27128 tonnia
KG	11,418 m
LCG	0

Kallistus- kulma	RA m	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,00	-0,000	27128	0	25,706	0	2
0,57	0,183	27128	0	25,672	0	3
5,00	1,004	27128	0	24,937	0	4
10,00	2,084	27128	0	24,154	0	4
15,00	3,401	27128	0	23,384	0	3
20,00	4,979	27128	0	22,791	0	4
25,00	6,336	27128	0	23,300	0	4
30,00	7,101	27128	0	25,739	0	4
35,00	7,551	27128	0	28,860	0	4
40,00	7,762	27128	0	32,629	0	4

iv

VCG PERUSMUOTO

VCG = 13,7 m, 20320 TONNIA UPPOUMA

UPPOUMA TONNIA	dBALLAST TONNIA	dBALL MOM m x TONNIA	TOTAL MOM m x TONNIA	KG m
25401	5080	18581	297304	11,70
23369	3048	11149	289872	12,41
20321	0	0	278723	13,72
19305	-1016	- 3716	275006	14,25
18289	-2032	- 7433	271290	14,83
17273	-3048	-11149	267574	15,49
16460	-3861	-13936	264601	16,08
16257	-4060	-14865	263858	16,23
15749	-4572	-16723	261999	16,64

V

VCG 20° KALLISTUS

VCG = 13,7 m, 20575 TONNIA UPPOUMA

UPPOUMA TONNIA	dBALLAST TONNIA	dBALL MOM m x TONNIA	TOTAL MOM m x TONNIA	KG m
26417	5842	21369	363576	11,49
26611	5436	19882	362089	11,61
23826	3251	11892	294099	12,34
20575	0	0	282207	13,72
19629	-1067	-3902	278305	14,26
18441	-2134	-7804	274403	14,88
17374	-3201	-11706	270500	15,57
16460	-4115	-15051	267156	16,23
16257	-4318	-15794	266413	16,39
15749	-4826	-17652	264554	16,80

vi VCG 30⁰ KALLISTUS

VCG = 13,7 m, 20320 TONNIA UPPOUMA

UPPOUMA TONNIA	dBALLAST TONNIA	dBALL MOM m x TONNIA	TOTAL MOM m x TONNIA	KG m
27129	6198	22669	309754	11,42
26621	5690	20811	307896	11,57
24385	3455	12635	299720	12,29
20931	0	0	287084	13,72
19813	-1118	- 4088	282997	14,28
18695	-2235	- 8176	278909	14,92
17578	-3353	-12264	274821	15,63
16460	-4471	-16352	270733	16,45
16257	-4674	-17095	269989	16,61
15749	-5182	-18953	268131	17,03

LIITE III

VAHINGOITTUNUT VAKAVUUS

i PERUSMUOTO

iii WBSS 30^o KALLISTUS

Aluksen nimi Perusmuoto PVM

Vahingoittunut ehto 2

Syväys 15,24 m
Uppouma 20320 tonnia
VCG 13,72 m
LCG 0 m

Vahingoittuneet osat

ID NO.	Osa	Läpäisy	Täyttö- syvyys (m)	Tiheys (m ³ /t)	Vapaa pinta (m x t)
1	Pilari 1-S	1,00	7,32	0,975	0,0
3	Kelluke 1-S	1,00	0,00	0,975	0,0

Vahingoittuneen aluksen ominaisuudet vuoden jälkeen
Uppouma = 20320 tonnia LCG = - 0 m
VCG = 13,72 m
TCG = - 0 m

Poikittainen metasentri (0 astetta) = 23,94 m

Metasentrinen korkeus pystys. (0°) = 10,23 m

Kallistus- kulma	Oikaisutuki	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,000	-3,208	20320	1,082	19,85	-17,06	26
10,000	-1,754	20320	2,023	19,29	-18,21	11
20,000	-0,151	20320	1,691	19,62	-16,28	7
30,000	2,666	20320	1,274	20,14	-14,02	12
40,000	4,495	20320	1,240	23,33	-17,68	10

VAHINGOITTUNUT VAKAVUUS

Aluksen nimi Perusmuoto PVM

Vahingoittunut ehto 1

Syväys 15,24 m
 Uppouma 20320 tonnia
 VCG 13,72 m
 LCG 0 m

Vahingoittuneet osat

ID NO.	Osa	Läpäisy	Täyttö- syvyys (m)	Vuoto Tiheys (m ³ /t)	Vapaa pinta (m x t)
1	Pilari 1-S	1,00	7,32	0,975	0,0

Vaurioituneen aluksen ominaisuudet vuodon jälkeen

Uppouma = 20320 tonnia LCG = -0 m
 VCG = 13,72 m
 TCG = -0 m

Poikittainen metasentri (0 astetta) = 13,73 m
 Metasentrinen korkeus pystys. (0 astetta) = 0,015 m

Kallistus- kulma	Oikaisutuki	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,000	-1,142	20320	0,853	17,48	-10,32	19
10,000	-0,928	20320	1,548	17,74	-13,25	9
20,000	0,124	20320	0,981	17,57	- 8,83	7
30,000	4,154	20320	0,478	17,65	- 4,86	9
40,000	6,779	20320	0,521	20,93	- 6,85	10

Aluksen nimi 30⁰ leveä PVM

Syväys	15,24 m
Uppouma	20930 tonnia
VCG	13,72 m
LCG	0 m

ID NO.	Osa	Läpäisy	Täyttö- syvyys (m)	Vuoto Tiheys (m ³ /t)	Vapaa pinta (m x t)
1	Pilari 1-S	1,00	7,32	0,975	0,0

Uppouma = 20930 tonnia LCG = -0 m
 VCG = 13,72 m
 TCG = -0 m

Poikittainen metasentri (0 astetta) = 19,79 m
Metasentrinen korkeus pystys. (0 astetta) = 6,07 m

Kallistus- kulma	Oikaisutuki	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,000	-1,615	20930	0,783	17,455	- 9,680	18
10,000	0,295	20930	1,450	18,217	-12,310	8
20,000	2,919	20930	0,713	19,226	- 6,248	7
30,000	10,820	20930	0,585	21,726	- 6,013	6
40,000	11,796	20930	0,627	28,038	- 8,336	14

Aluksen nimi 30^o leveä PVM

Vahingoittunut ehto 2

Syväys 15,24 m
Uppouma 20930 tonnia
VCG 13,72 m
LCG 0 m

Vaurioituneet osat

ID NO.	Osa	Läpäisy	Täyttö- syvyys (m)	Vuoto Tiheys (m ³ /t)	Vapaa pinta (m x t)
1	Pilari 1-S	1,00	7,32	0,975	0,0
3	Kelluke 1-S	1,00	0,00	0,975	0,0

Vaurioituneen aluksen ominaisuudet vuodon jälkeen

Uppouma = 20930 tonnia
LCG = -0 m
VCG = 13,72 m
TCG = -0 m

Poikittainen metasentri (0 astetta) = 29,18 m
Metasentrinen korkeus pystys. (0 astetta) = 15,47 m

Kallistus- kulma	Oikaisutuki	Uppouma tonnia	LCB m	Syväys m	TRIM m	Toistot
0,000	-4,612	20930	1,04	19,84	-16,72	23
10,000	-2,099	20930	1,89	19,66	-16,78	7
20,000	1,478	20930	1,36	20,75	-12,65	10
30,000	6,753	20930	1,19	23,50	-13,02	9
40,000	8,211	20930	1,14	29,43	-15,95	16

Patenttivaatimukset

1. Laajarunkoinen puolivedenalainen alus käsittäen kannen (10), välineet sisältäen useita kannesta lähteviä vakavuuspylväitä (20), jokaisen vakavuuspylvään alapäähän liitettyt välineet (30) laajan kelluvan perustan aikaansaamiseksi ja välineet (64, 66) painolastin purkamiseksi ja ottamiseksi, **tunnettu** siitä, että vakavuuspylväät kulkevat alaspäin ja ulospäin sekä kannen vasemman että oikean laidan pohjasta aluksen tehollisen leveyden muuttamiseksi syväyksen funktiona.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen alus, **tunnettu** siitä, että perustan aikaansaava väline käsittää parin pituussuunnassa pitkänomaisia ponttooneja, jotka on liitetty vakavuuspylväiden alapäihin aluksen kummallakin puolella.
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen alus, **tunnettu** siitä, että kansi on vesitiivis.
4. Jonkin patenttivaatimuksen 1-3 mukainen alus, **tunnettu** siitä, että pitkänomaiset, vaakasuuntaiset ontot ulokkeet (54, 56) on järjestetty sekä vasemman että oikean laidan pohjaa myöten vakavuuspylväiden yläpuolelle.
5. Jonkin patenttivaatimuksen 1-4 mukainen alus, **tunnettu** siitä, että ulokkeiden sisäpinnat (58, 60) kulkevat kannen keskiosasta (52) alaspäin ja ulospäin samassa kulmassa kuin vakavuuspylväät.
6. Jonkin patenttivaatimuksen 1-5 mukainen alus, **tunnettu** siitä, että vakavuuspylväät kulkevat alas- ja ulospäin kulmassa, joka on yli 0° ja alle 90° .
7. Menetelmä jäämassan murtamiseksi laajarunkoisella, jonkin patenttivaatimuksen 1-6 mukaisella puolivedenalaisella, **tunnettu** siitä, että purkamalla ja ottamalla painolastia

aluksaan saatetaan vakavuuspylväät kosketukseen jäämassan kanssa.

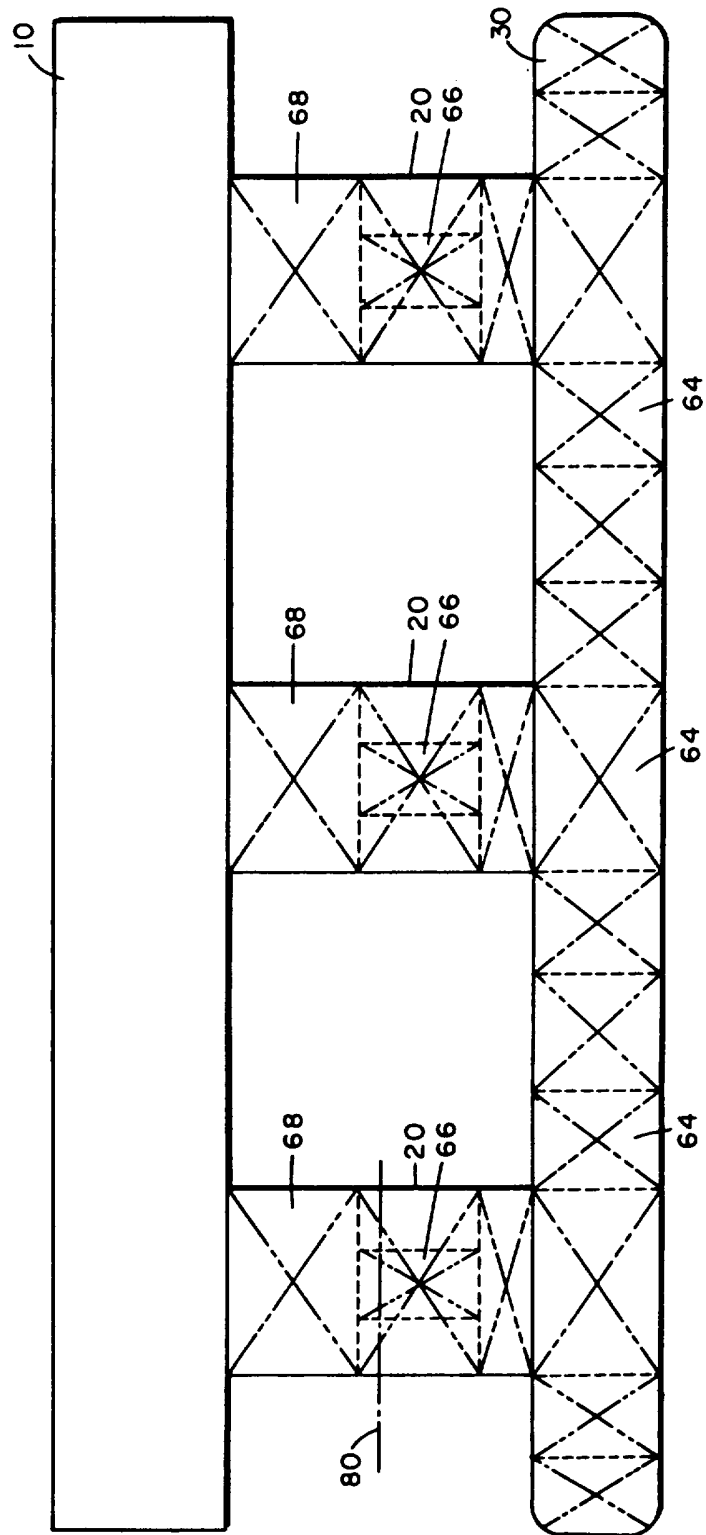
8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että aluksen kelluvuutta muutetaan jatkuvasti aluksen kohottamiseksi ja laskemiseksi.

Patentkrav

1. Bredbasigt, halvsänkt fartyg omfattande ett däck (10), organ innefattande flera stabiliseringspelare (20) som går ut från däckets, organ (30) anslutna till nedre ändan av varje stabiliseringspelare för att åstadkomma en bred flytande bas, samt organ (64, 66) för att avlasta och uppta ballast, **kännetecknat** av att stabiliseringspelarna sträcker sig nedåt och utåt från bottnet av både babords och styrbords kanter av däckets för att ändra fartygets effektiva bredd som en funktion av djupgåendet.
2. Fartyg enligt patentkravet 1, **kännetecknat** av att organet som åstadkommer basen omfattar ett par i längsriktningen avlånga pontoner som är förbundna med stabiliseringspelarna på vardera sidan av fartyget.
3. Fartyg enligt patentkravet 1 eller 2, **kännetecknat** av att däckets är vattentätt.
4. Fartyg enligt något av patentkraven 1-3, **kännetecknat** av att avlånga, horisontella ihåliga avvisare (54, 56) anordnats utmed bottnet både på däckets babords och styrbords sida ovanför stabiliseringspelarna.
5. Fartyg enligt något av patentkraven 1-4, **kännetecknat** av att varje avvisares inre yta (58, 60) sträcker sig nedåt och utåt från däckets centrala del (52) med samma vinkel som stabiliseringspelarna.
6. Fartyg enligt något av patentkraven 1-5, **kännetecknat** av att stabiliseringspelarna sträcker sig utåt med en vinkel större än 0° och mindre än 90° .
7. Förfarande att bryta en ismassa med ett bredbasigt, halvsänkt fartyg enligt något av patentkraven 1-6, **kännetecknat** av att det avlastas och upptas ballast i fartyget för att bringa stabiliseringspelarna i kontakt med ismassan.

8. Förfarande enligt patentkravet 7, kännetecknat av att fartygets displacement kontinuerligt ändras för att få fartyget att stiga och sjunka.

FIG. 1



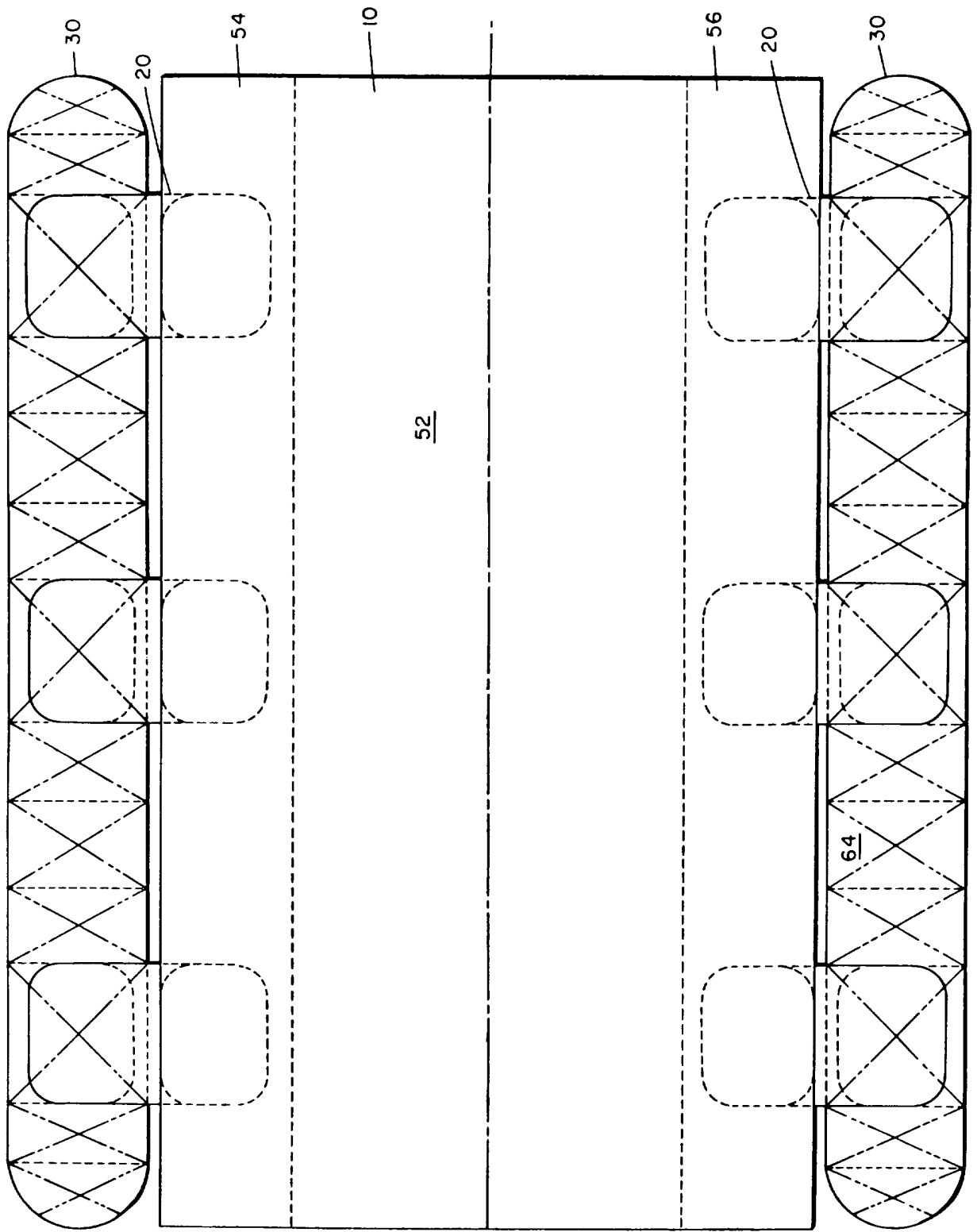


FIG. 2

79989

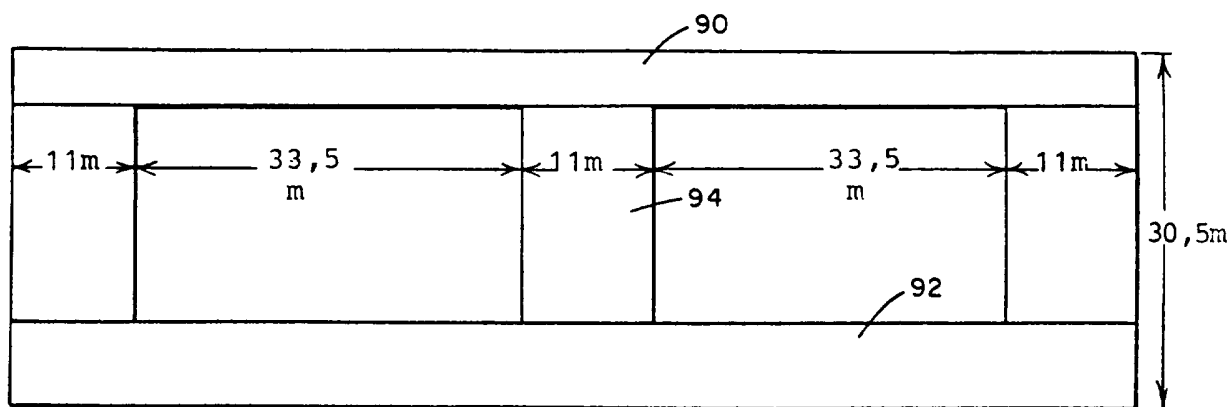


FIG. 4

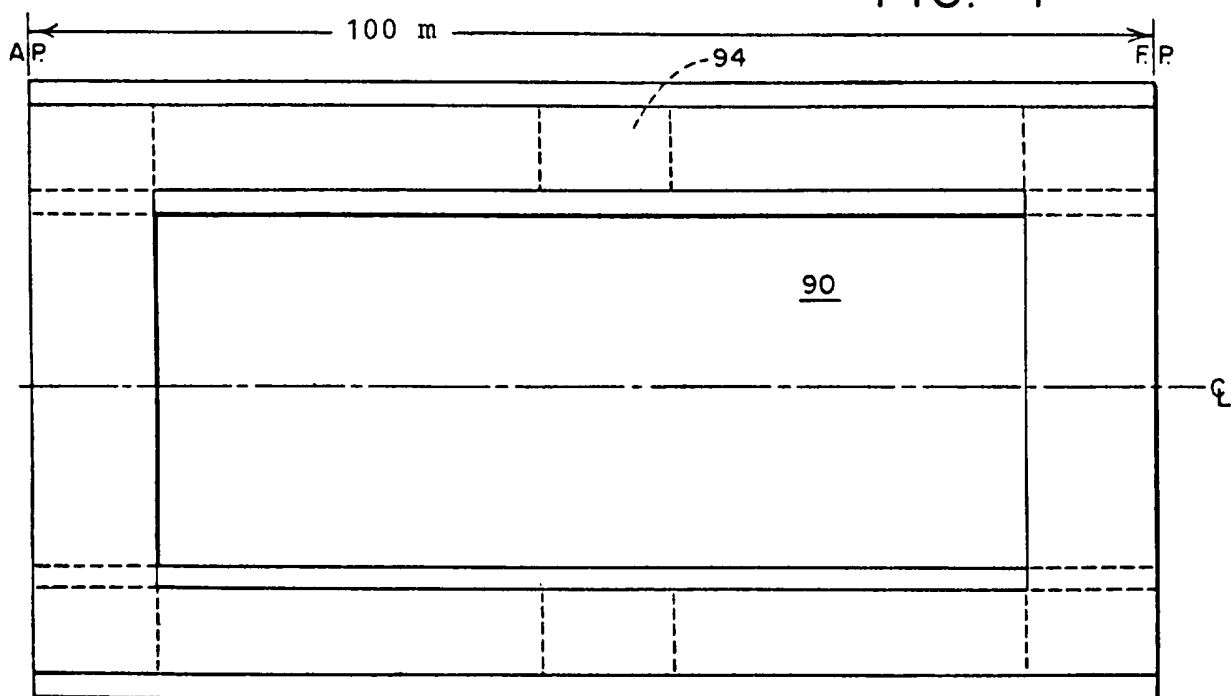


FIG. 6

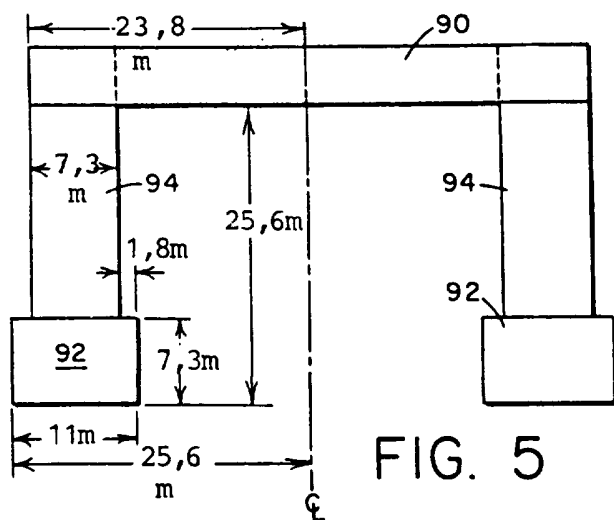


FIG. 5

FIG. 9

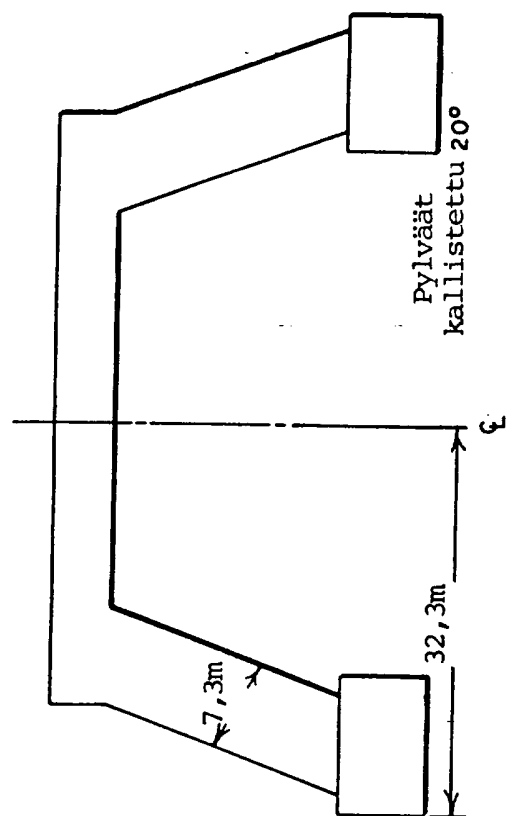


FIG. 7

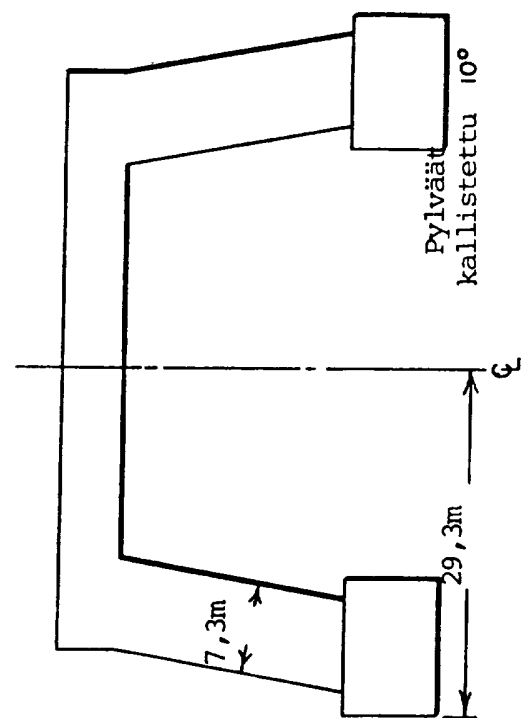


FIG. 10

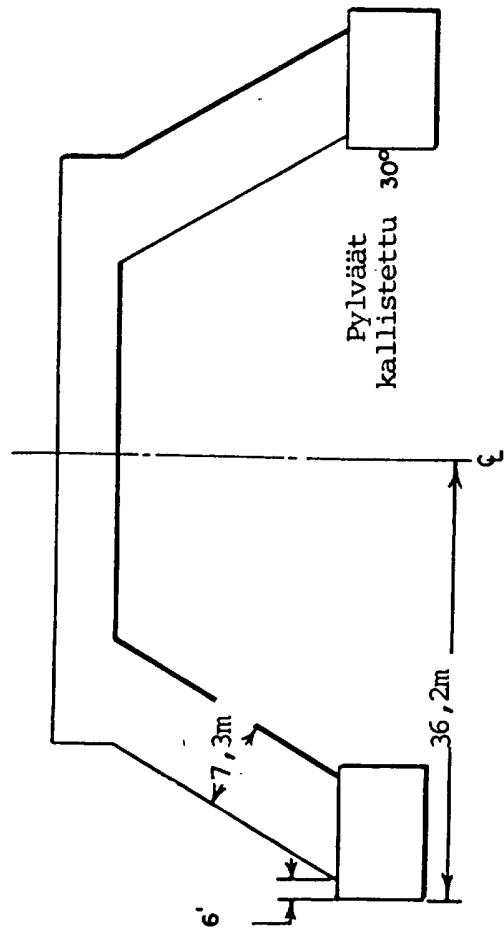


FIG. 8

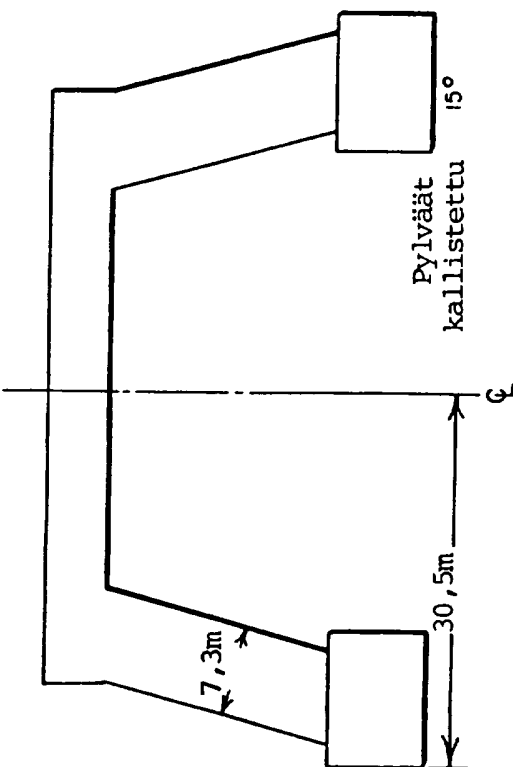


FIG. II

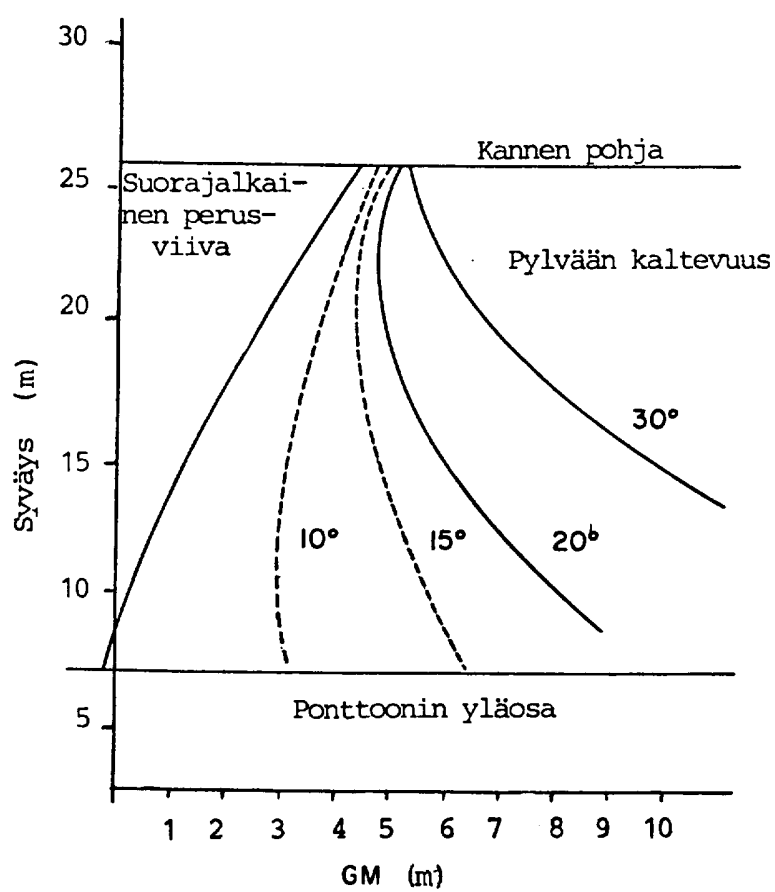


FIG. 12-A

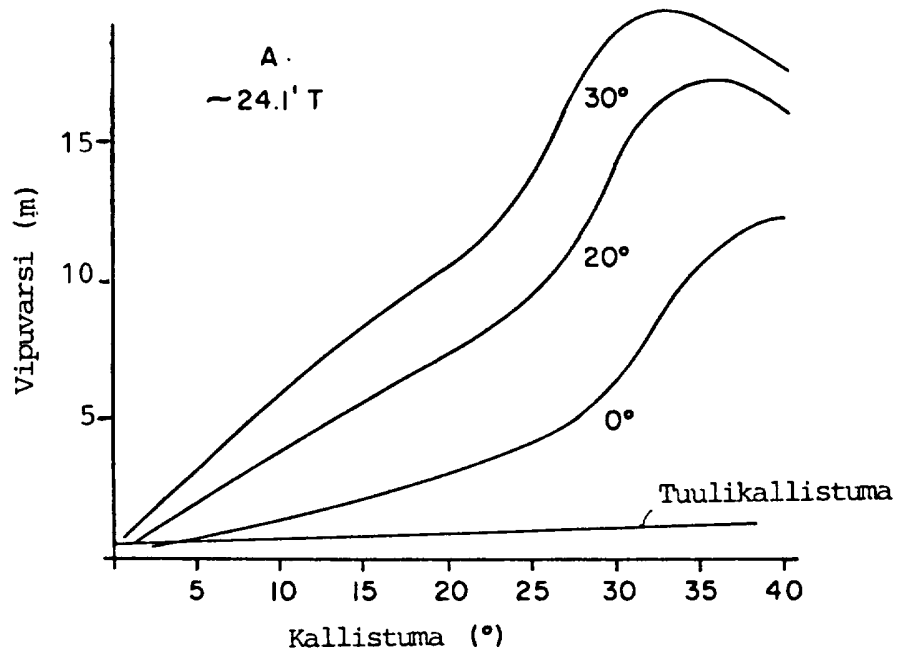


FIG. 12-B

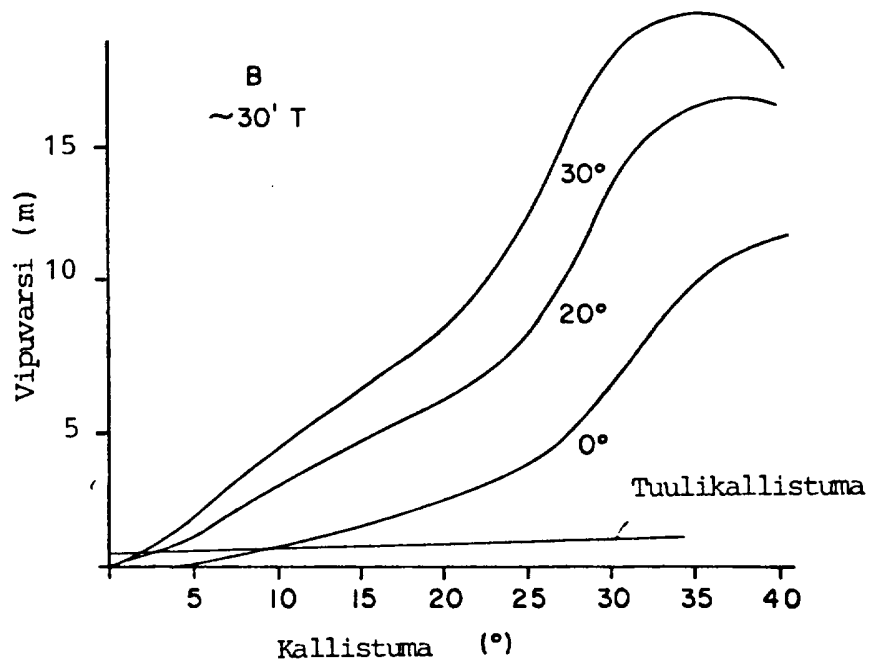


FIG. 12-C

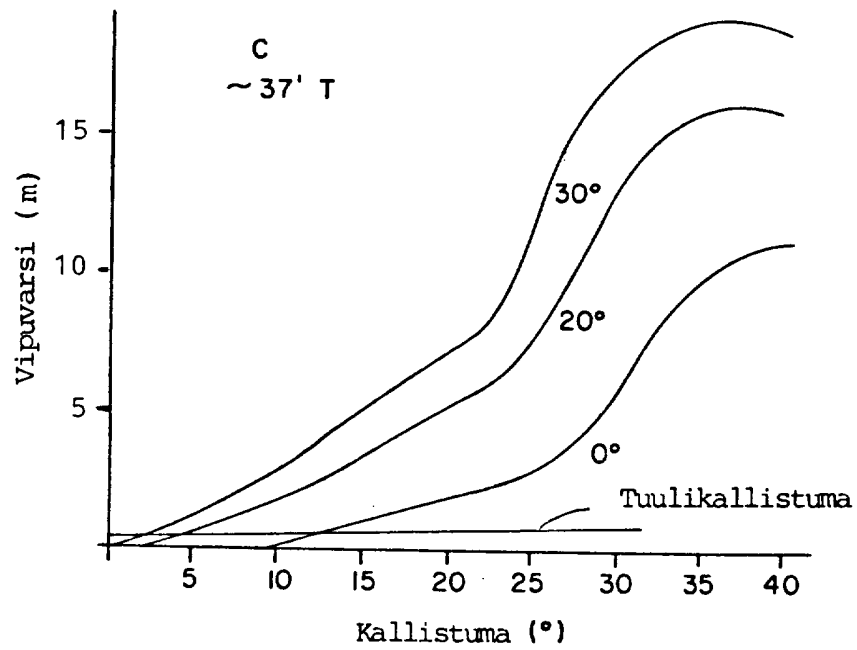


FIG. 12-D

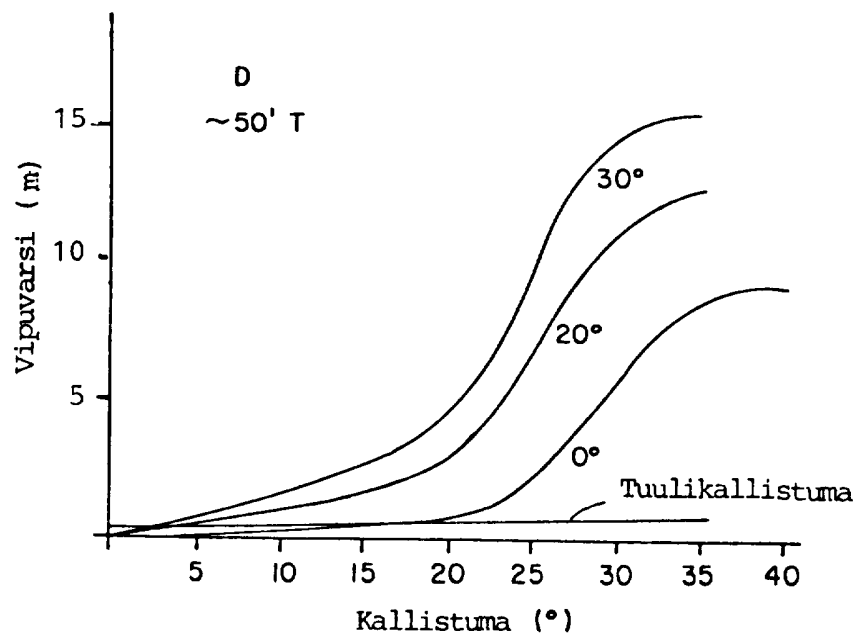


FIG. 12 - E

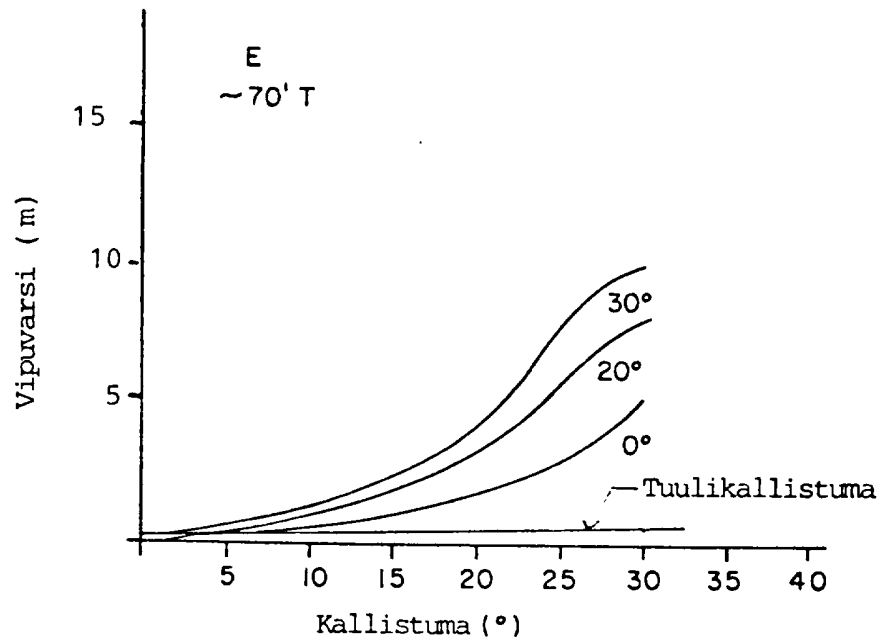


FIG. 12 - F

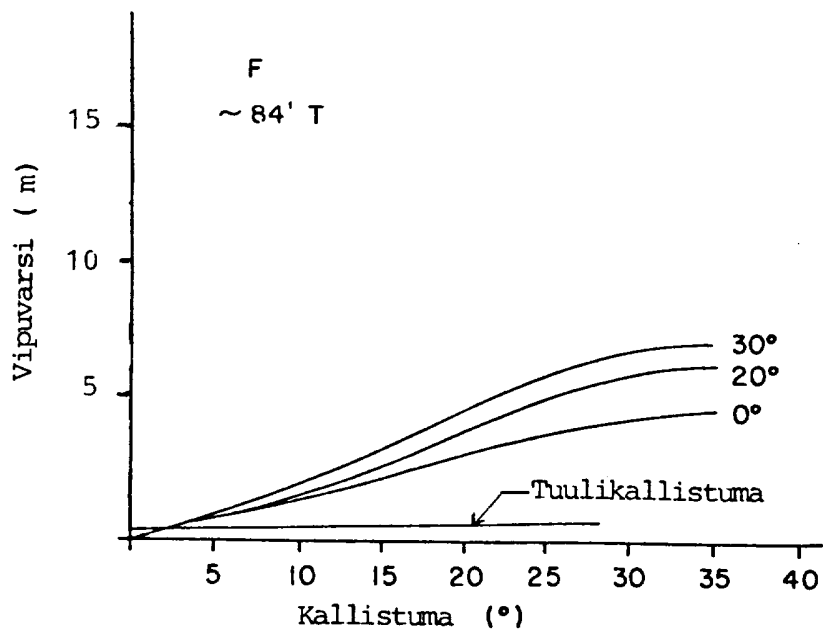


FIG. 13

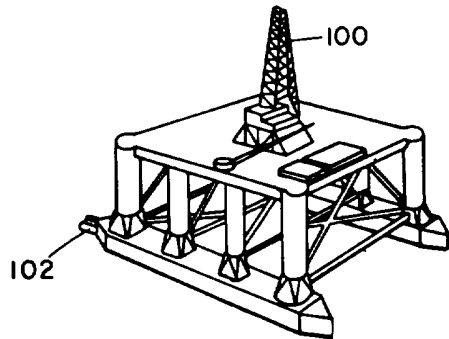


FIG. 14

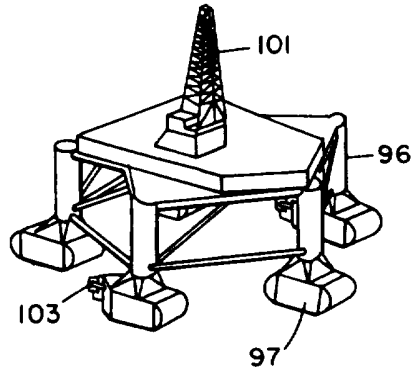


FIG. 15

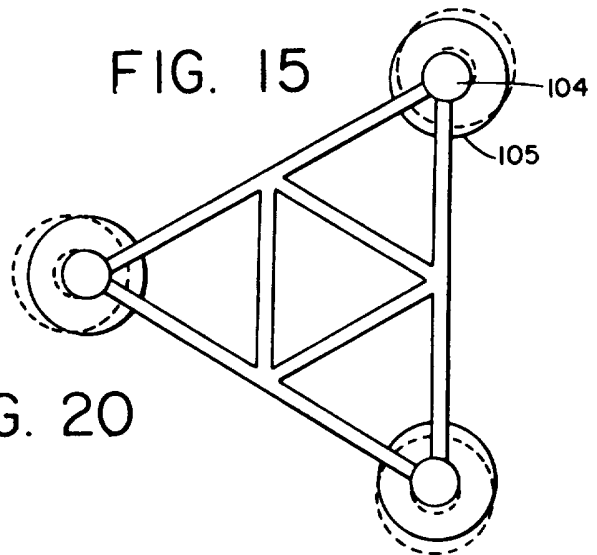


FIG. 16

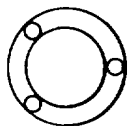


FIG. 20

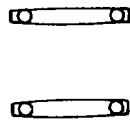


FIG. 17

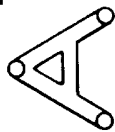


FIG. 21

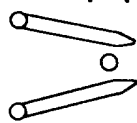


FIG. 18

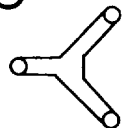


FIG. 22

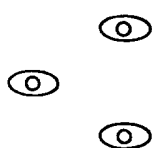


FIG. 19

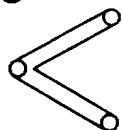


FIG. 23

