

Tapio Vuoksenturja

EVÄVAKAAJAT ROPAX-ALUKSILLA

Merenkulun koulutusohjelma

Merikapteeni

2013

EVÄVAKAAJAT ROPAX-ALUKSILLA

Vuoksenturja, Tapio
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Merenkulun koulutusohjelma
Lokakuu 2013
Ohjaaja: Teränen, Jarmo
Sivumäärä: 28
Liitteitä: -

Asiasanat: Ropax, evävakain, stabilisaattori, rullaaminen, bunkkeri, palle

Opinnäytetyön aiheena oli tutkia ropax-aluksien, yleensä palteilla keskilaivan kohdalla sijaitsevia evävakaajia. Tavoitteena oli tarkastella niiden historiaa, rakennetta, toimintaa ja vaikutusta matkustusmukavuuteen, turvallisuuteen ja myös pohtia mil-laisissa tilanteissa niitä käytetään sekä niiden käytön vaikutusta polttoainetalouteen ja matkustusnopeuteen.

Evävakainten historiaa tunnetaan 1900-luvulta lähtien. Niiden edeltäjinä voidaan pi-tää pallekölöjä sekä gyroskooppeja, joilla pyrittiin vakauttamaan laivan kulkua. En-simmäiset evävakaajat tulivat laivoihin 1930-luvulla mannerten välisessä linjaliiken-teessä kulkeviin matkustajalaivoihin.

Vakaajat sijoitetaan yleensä laivan molemmille sivuille keskilaivan paikkeille, jossa niitä on yleensä yksi pari mutta niitä voi olla useampikin. Ne ovat sisään vedettäviä koska ne tulevat laivan palteesta ja ulottuvat laivan kylkilinjan ohitse asti ja ne saa-daan ajettua pois laiturointia, ahtailla väylillä ajoa tai jääajoa varten. Ne parantavat huomattavasti matkustusmukavuutta silloin kun olosuhteet ovat sellaisia, että alus rullaa eli keinuu pitkittäisakselinsa suhteen.

Vakaajien käytöllä pyritään vakauttamaan aluksen kulkua olosuhteissa joissa muuten alus rupeaisi rullaamaan. Vakaajat ulos vedettyinä ja stabiloimalla aluksen kulkua, pyritään turvaamaan aluksen turvallinen kulku ja huolehtimaan, että aluksella oleva rahti ei vaurioituisi ja siirtyessään aiheuttaisi aiheetonta kallistumaa tai muuta vaaraa alukselle. Olosuhteissa joissa vakaajia käytetään, kyetään ylläpitämään suurempaa nopeutta ja varsinkin linjaliikenteessä se vaikuttaa myös aikataulussa pysymiseen, matkustusmukavuuteen. Vaikka vastus kasvaa ja nopeus pienenee evävakaajia käy-tettäessä, polttoaineen kulutus kasvaa vain teoreettisesti koska ilman vakainten käyt-töä matkan taittamiseen kuluisi enemmän aikaa ja bunkkerin kulutus olisi suurempi.

Työssä toteutuu kirjoittajan mielestä sille asetetut tavoitteet. Opinnäytetyössä on käy-tetty tutkimuksellista menetelmää ja tutkimuksen pohjana on käytetty omia koke-muksia evävakainten käytöstä Finnlines Oyj:n Star-luokan aluksilla sekä yhtiön Fin-neagle-laivalla. Olen myös haastatellut Finneagle-aluksen ylintä päällystä heidän tuntemuksistaan ja kokemuksistaan evävakaajien käytöstä näillä laivoilla. Tietoa on kerätty myös internetistä. Työssä käytetty materiaali oli osin englanninkielistä.

FIN STABILIZERS AT ROPAX VESSELS

Vuoksenturja, Tapio

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Maritime Management

October 2013

Supervisor: Teränen, Jarmo

Number of pages: 28

Appendices: -

Keywords: Ropax, fin, stabilizer, rolling, bunker, bilge

The purpose of this thesis was to study ropax-vessels fin stabilizers that are located both side of the ship at around midship of the hull and coming out from the ship's bilge. The aim was to find out the stabilizers history, structure, function and influence of comfort, ships safety and how does it effect on fuel consumption, speed and at which kind of weather conditions they are being used.

The history of fin stabilizers starts from the 20th century. Bilge keels and high speed gyroscopes are being kept as predecessors for fin stabilizers. Their aim was also to reduce ships rolling at certain weather conditions by stabilizing the ship but they were not as efficient as fin stabilizers, which were first seen on a liner ships starting from 1933.

Fin stabilizers are located at the ship's bilge around midship and usually there is one pair of them, but there can exist more than just one pair. They are retractable and can be housed in to their shelter, which is located in the stabilizer-room at bilge, when the ship is under maneuvering, sailing in a tight fairway or steering on ice.

By using the fin stabilizers, your aim is to stabilize the ship on conditions, where it would otherwise start rolling. Stabilizing the ship effects on its safe sailing and prevents the cargo onboard to move on rough conditions and to cause the ship to have possible list by cargo shifting. When the weather conditions are the kind, that you are using the stabilizers, you can keep better speed with extended stabilizers and especially in liner traffic that is important argument if you want to keep up with time-schedule. Naturally it has instant effect on passenger comfort. Fuel consumption is increasing only theoretically, because you are able to maintain better speed at rough seas and save time in that way, even at as a single action it rises the resistance and consumption of bunker.

With this thesis I have used research method, which is based on my own experience at using the fin stabilizers at Finnliness different Star-class vessels and on Finneagle ship. I have also interviewed the master, chief officer and chief engineer about their knowledge of this issue. Information was also discovered from the internet and it was partly in English. On my opinion all the objectives that were placed to this study, were accomplished.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	5
1.1	Taustaa	5
1.2	Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet	6
1.3	Tutkimusmenetelmä.....	6
2	HISTORIA	7
2.1	Palleköli	7
2.2	Hyrrä	7
2.3	Evät	9
3	EVÄVAKAAJAT	10
3.1	Viranomaismääräykset.....	10
3.2	Rakenne.....	11
3.3	Vakainlaitteisto	12
3.4	Sijainti	13
3.5	Evävakainjärjestelmä	14
3.6	Toimintaperiaate	15
4	KÄYTTÖ.....	16
4.1	Vakainten käyttö	16
4.2	Käytön vaikutus	17
4.3	Omat käyttökokemukset	18
4.4	Finnarrowin törmäys laituriiin	21
5	YHTEENVETO	24
	LÄHTEET.....	26

1 JOHDANTO

1.1 Taustaa

Ropax-alukset ovat tyypiltään sellaisia jotka kuljettavat niin matkustajia kuin rahtia. Ne eivät ole yleensä yhtä yllisiä kuin varsinaisesti matkustajien kuljettamiseen tarkoitetut alukset ja niissä on paljon rahtitilaa ja yleensä ovat aika nopeakulkuisia (roll on/roll off, passenger).



Kuva 1. M/S Finnstar (Ropax-alus) pienoismalli.

Eväväkain (Fin Stabilizer) on rungossa sijaitseva, lentokoneen siipeä muistuttava stabilisaattori ja ne sijaitsevat yleensä keskilaivan paikkeilla laivan palteessa. Niitä on yleensä yksi pari mutta niitä voi olla useampikin. Ne toimivat hydraulisesti ja käytännössä ovat kaikissa risteilyaluksissa sekä uusimmissa ja moderneimmissa Ropax-aluksissa. Ne ovat sisään vedettävät, tulevat ulos laivan palteesta ja ulottuvat laivan kylkilinjan ohitse. Ne ajetaan sisään helpottamaan esimerkiksi laiturointia, ahtailla väylillä ajoa sekä jääajoa. Silloin kun olosuhteet ovat sellaiset, että laiva rullaa eli keinuu pitkittäisakselinsa suhteen, vakainten käytöllä saadaan aikaan huomattava

parannus laivan matkustusmukavuuteen sekä turvataan rahdin pysymistä kiinni kansilla.

1.2 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet

Työn tarkoituksena oli tutkia Ropax-aluksien evävakaajia. Tavoitteena oli tutkia niiden historiaa, sijaintia, lukumäärää, rakennetta, toimintaa ja vaikutusta matkustusmukavuuteen sekä aluksen käyttäytymiseen. Millaisissa olosuhteissa niitä käytetään ja onko niiden käytöllä vaikutusta aluksen nopeuteen ja polttoaineen kulutukseen.

1.3 Tutkimusmenetelmä

Evävakaajien käyttö on vahtipäällikölle hyvin henkilökohtainen asia, mikäli aluksen päällikkö ei ole niiden käytöstä muuta määrännyt ja olosuhteet muutoin sellaiset, että mietityttää pitäisikö vakaajia käyttää vai ei. Siksi käytin tässä työssä tutkimuksellista menetelmää joka perustuu sekä omiin kokemuksiini vakainten käytöstä Finnlines-varustamon Star-luokan aluksilla sekä Finneagle-aluksella. Olen myös haastatellut asiaan liittyen Finneagle-laivan päällikköä, yliperämiestä sekä konepäällikköä ja lukuisten vahtien aikana keskustellut Finnlines-varustamon perämiesten ja vahtipäälliköiden kanssa vakainten käytöstä ja kuulostellut heidän tuntemuksiaan asiassa.

Tietoa opinnäytetyöhön keräsin myös internetistä löytyvistä julkaisuista. Artikkelit olivat suurimmalta osin englanninkielisiä. Myös joitakin internetistä löytyneitä valokuvia olen käyttänyt työssäni.

Olen myös valokuvannut laivaa jolla työskentelen siltä osin kuin se on ollut aiheellista ja sellaisista paikoista sekä kohteista jotka ovat liittyneet opinnäytetyöhöni. Näitä valokuvia olen muutaman sisällyttänyt työhöni selventääkseni lukijalle asiasta muodostuvaa kokonaiskuvaa.

2 HISTORIA

2.1 Palleköli

Pallekölejä voidaan pitää 1900-luvun alun evävakainten edeltäjinä. Ne eivät vähennä yhtä tehokkaasti keinumista kuin evävakaajat, mutta ne ovat valmistuskustannuksiltaan edullisia valmistaa ja muotoilla kyljen alaosaan, palteeseen. Ne eivät myöskään vaadi mitään erityistä tilaa rungon sisältä ja näin ollen rahtia voidaan ottaa enemmän kyytiin. Pallekölit ovat edelleen käytössä. (Wikipedian www-sivut 2013.)

2.2 Hyrrä

Gyroskooppeja kehitettiin laivoihin vastustamaan niiden keinumista. Hyrrä vastustaa pyörimisakselinsa suhteen tapahtuvaa suunnanmuutosta ja kun sen paino on tarpeeksi suuri laivan painoon nähden, keinuminen vähenee. Haittapuolena on kuitenkin, että ne ovat painavia, kookkaita ja vähentävät mukaan mahtuvan rahdin määrää ja tehokkuus laskee.

Ensimmäinen gyrokompassi laivoihin patentoitiin 1904 H. Anschütz-Kaempfen toimesta ja samainen henkilö kehitti ensimmäisen toimivan laivagyrokompassin.

Vuonna 1915 Sperry Company asensi ensimmäisen hyrrävakaajan laivaan vähentääkseen sen keinumista. (gyroscope.org www-sivut 2014.)

Ensimmäinen linjalaiva joka oli varustettu gyroskooppisilla vakaajilla, oli marraskuussa 1932 neitsytmatkansa tehnyt Conte di Savoia – niminen laiva. Siinä oli asennettuna alas keularuumaan 3 isokokoista hyrrää. Jokainen niistä oli halkaisijaltaan 13 jalkaa (4 metriä) ja painoivat 108 tonnia. Ne olivat suunniteltu toimimaan korkeilla kierroksilla ja ehkäisemään laivan rullaamista. Toisessa maailmansodassa Saksalaiset sotajoukot sytyttivät laivan tuleen ja se upposi 1943. Laiva nostettiin pintaan 1945 mutta romutettiin. (vmf-cruiseshipandliners.blogspot.com www-sivut 2014.)

Rullaaminen oli ongelmana varsinkin laivoilla jotka kulkivat vaativaa Pohjois-Atlantin reittiä. Suurikokoiset hyrrät eivät kuitenkaan yleistyneet laivoissa kokonsa

ja painonsa takia, vaan evävakaajat joita ohjaa gyroskooppi alkoivat vallata alaa ja hiljalleen yleistyä.



Kuva 2. S.S. Conte di Savoia lähdössä neitsytmatkalleen marraskuussa 1932.

2.3 Evät

General Electric – yhtiössä työskennellyt ruotsalais-amerikkalainen sähkö-insinööri, tohtori Ernst F.W. Alexanderson ehdotti, että suuret linjalaivat voitaisiin varustaa suurilla evillä joita kontrolloitaisiin herkällä gyroskoopeilla. Evät ajettaisiin ulos laivan palteesta käyttämällä moottoreita. Ne tasapainottaisivat laivan kulkua mainingeissa matkien toiminnaltaan merilokkien tapaa tasapainotella liikeratojaan tuulessa. Kokeissa oli havaittu, ettei evien paikallaan olo sisäänvedettyinä juurikaan hidasta laivan vauhtia ja toisaalta huonolla kelillä menetetty aika saataisiin kiinni koska evien vaikutuksesta laiva olisi vakaampi ja voitaisiin käyttää korkeampaa vauhtia. Ensimmäisen kerran gyroskoopin ohjaamia eviä laivassa käytti 1933 japanilainen matkustaja-linja-laiva. Nykyisin kaikki evävakaajajärjestelmät ovat tietokoneohjattuja ja saavat tietonsa pyöriviltä gyroskoopeilta. (Wikipedian www-sivut 2014.)



Kuva 3. Evävakaaja ja palleköli.

3 EVÄVAKAAJAT

3.1 Viranomaismääräykset

Laivan rakennetta määrittelevät kansainväliset määräykset, joista tärkeimpinä YK:n alaisen Kansainvälisen merenkulkujärjestö IMO:n (International Maritime Organization) yleissopimukset SOLAS 1974 (International Convention for the Safety of Life at Sea), MARPOL 73/78 (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships) sekä eri luokituslaitosten vaatimukset. (trafi.fi www-sivut 2014.)

Solaksen yleiset määräykset II-1 luku RAKENNE – OSASTOIMINEN JA VAKAVUUS, KONEISTO JA SÄHKÖLAITTEET osien B ja C säännöt määrittävät aukot ulkolaidoituksessa upporajan alapuolella, matkustaja-aluksen tyhjennyslaitteista ja sähkölaitteista ja siksi koskevat kokonaisvaltaisesti myös aluksen evävakaajajärjestelmää.

MARPOL taasen määrittelee aluksen öljynpoistosta ja öljypäiväkirjasta ym. ja koskettaa vakaajia sikäli kun stabilisaattorihuoneessa on oma hydraulioöljysäiliönsä vakaajaa käyttävälle hydraulisynterijärjestelmälle.

Luokituslaitokset seuraavat omissa määräyksissään usein viranomaismääräyksiä mutta voivat määrittää myös omat, tiukemmat määräyksensä asioista kuin mitä viranomaiset velvoittavat. Kaikki suuret evävakaajien valmistajat kuten Sperry Marine, Blohm + Voss, Fincantieri, Rolls-Royce ym. ovat valmistaneet tuotteensa yhteensopiviksi SOLAS- ja MARPOL-sääntöjen kanssa.

3.2 Rakenne

Evävakaajat muistuttavat ulkomuodoltaan lentokoneen siipeä ja ovat yleensä materiaailtaan teräslevyä mutta voivat olla rakennettu myös erilaisista komposiittimateriaaleista. Evän profiilissa on johto- ja jättöreuna. Niissä voi olla täyteenä myös polyuretaanisolumuovia estämässä veden sisäänpääsyä. (Wikipedian www-sivut 2013.)



Kuva 4. Evävakaajien toimintaperiaate virtauksessa.

Vakaajien toiminta on periaatteessa samanlainen kuin lentokoneen siipiprofiilissa. Jos vakaaja on vaakasuorassa, kohtauskulma nolla ja veden virtaus sen molemmilla puolin yhtä suuri, nostetta tai alaspäin painavaa voimaa ei esiinny eli paine on molemmilla puolin vakaajaa yhtä suuri (keskim. kuva). Jos taas halutaan nostetta, kasvatetaan kohtauskulmaa jolloin vakaajan siipiprofiilin yläpinnalle muodostuu alipainetta ja alapinnalle ylipainetta (vas. puol. kuva). Paine-ero on suurimmillaan profiilin johto – eli etureunassa ja laskee siitä kohti jättöreunaa. Profiilin yläpinnalle muodostuva alipaine aiheuttaa suurimman osan nostovoimasta. Yläkautta kulkeva vesi on pakotettu kulkemaan pitemmän matkan ja syntyy imua ylöspäin.

Oikeanpuolimmaisessa kuvassa on periaatteessa edellisten lauseiden toisinto mutta käännettynä ylösalaisin kohtauskulmaa muuttamalla, jolloin on saatu alaspäin painava voima.

Mikäli vakaajan kohtauskulmaa kasvatetaan liikaa, virtaus sen pinnassa lähestyttäessä jättöreunaa muuttuu pyörteiseksi ja saavutettu hyöty menetetään. Aluksella tämän huomaa ja voi aistia pienoisenä tärinänä koska virtaus on muuttunut turbulenttiseksi.

3.3 Vakaajalaitteisto

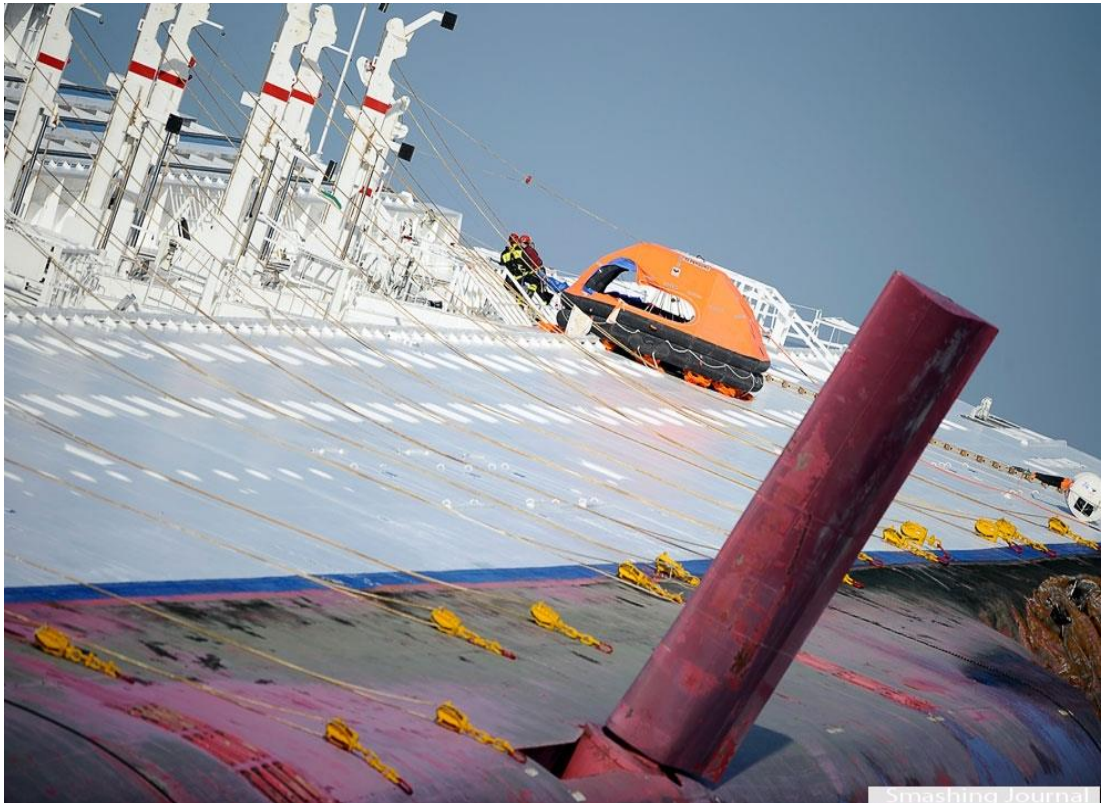
Vakaajat tarvitsevat toimiakseen laitteiston joka käyttää niitä. Laivan runkoon molemmin puolin palteen kohdalle on usein rakennettu stabilisaattori-huone näitä laitteita varten. Laitteistoon kuuluu jykevät hydraulisylinterit, jotka kääntävät eviä ulos ja vetävät ne sisään. Hydrauliöljysäiliö ja moottori joka käyttää sylinteriä ja paikalliset ohjainlaitteet. Koneiston tehontarve vaihtelee vakainten koon mukaan mutta yleensä on luokkaa 15 – 40 kW. (Noppa.aallon [www-sivut](#) 2013.)



Kuva 5. Näkymä M/S Finneaglen stabilisaattori-huoneesta.

3.4 Sijainti

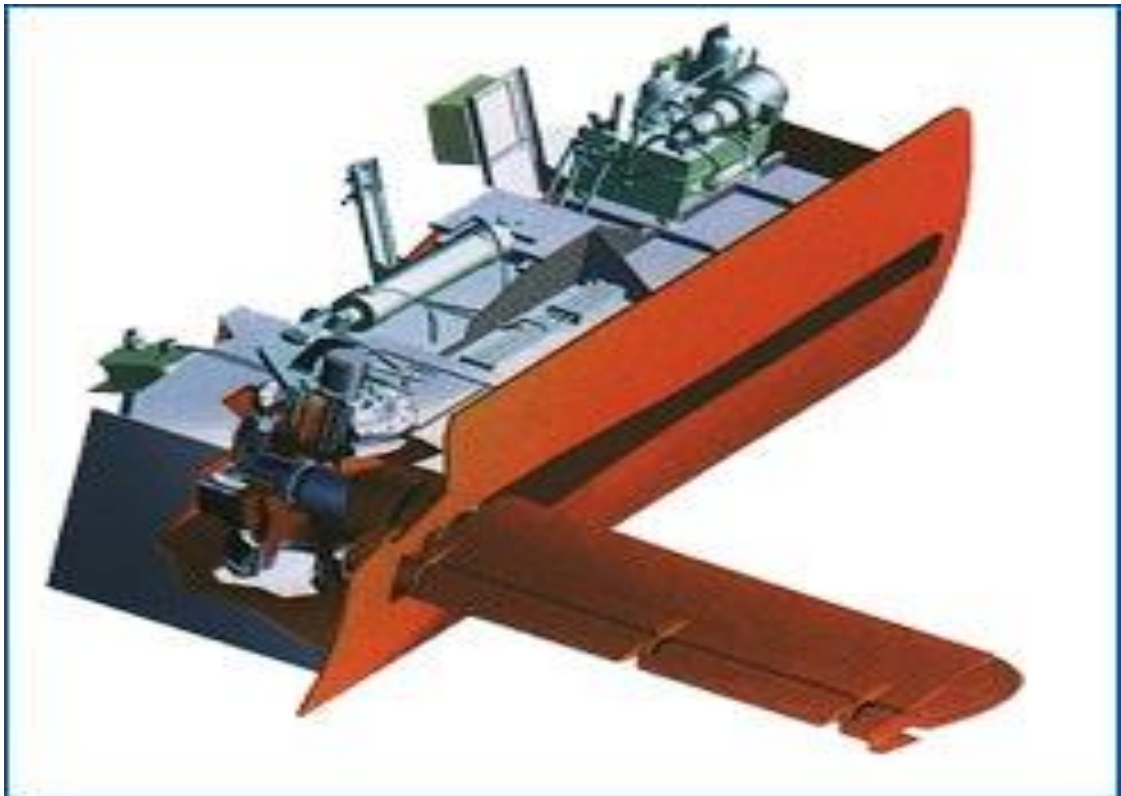
Evävakaajat sijaitsevat palteen kohdalla aluksen molemmin puolin keskilaivan paikkeilla mahdollisimman kaukana aluksen sivusuuntaisesta painopisteestä. Niitä on useimmiten yksi pari mutta suurimmissa aluksissa niitä voi olla lähekkään sijoitettuna 2-3 pariakin. Ne ovat hydraulisesti sisään vedettäviä koska ne tulevat laivan kylkilinjan ylitse. Ne ovat sisäänvedettyinä aina kun niitä ei tarvita, jolloin vältetään laituronnissa, jäissä tai ahtailla väylillä ajettaessa vaurioiden syntyä. Ne lisäävät ulkona ollessaan laivan vastusta, kasvattavat kustannuksia ja siksi ovat sisäänvedettyinä aina kun olosuhteet ovat sellaiset, että niitä ei tarvita. (Oudenhoven henkilökohtainen tiedonanto 30.10.2013.)



Kuva 6. M/S Costa Concordian sivuvakaaja.

3.5 Evävakaaja-järjestelmä

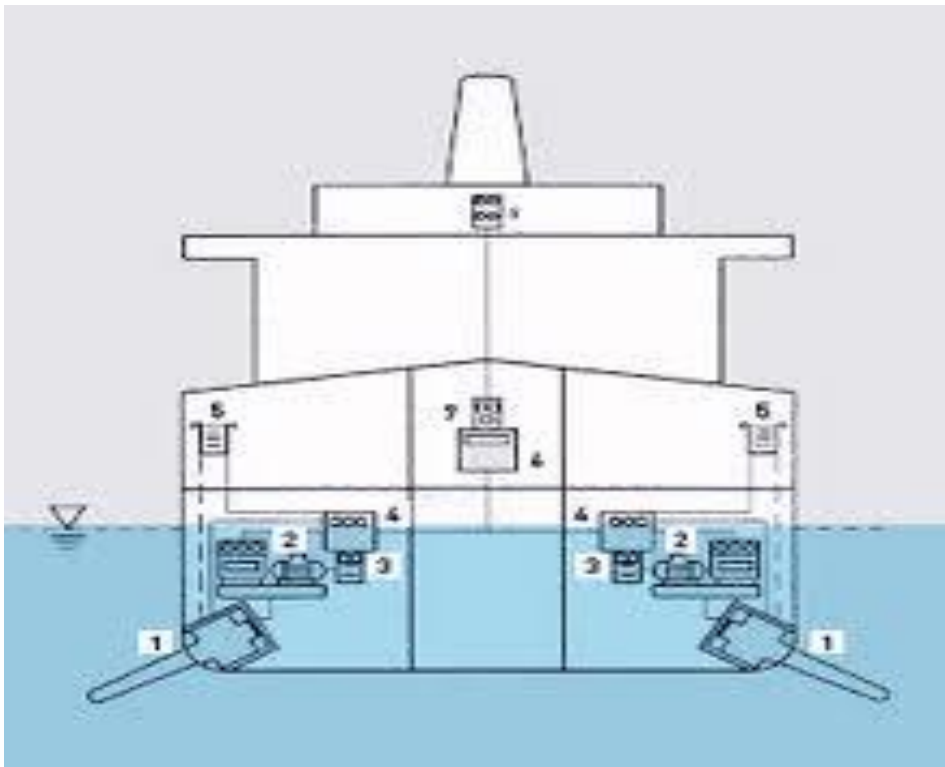
Laivaan rakennettava evävakaaja-järjestelmä on kokonaisuudessaan useita komponentteja käsittävä laitteisto. Uloskäännettävät siivet, jotka sijaitsevat laivan palteessa, taitetaan oman hydraulisesti toimivan moottoriyksikkönsä avulla yleensä stabilisaattori-huoneen sisällä olevaan suojattuun, laatikon muotoiseen tilaansa ja tarvittaessa ne hydraulisesti käännetään sieltä sivulle. Tämän lisäksi järjestelmään kuuluu vahvat hydraulipumput ja öljysäiliö jotka yleensä sijaitsevat stabilisaattori-huoneessa, samoin kuin käyttöyksikkö vakaajan moottorille ja paikallinen käyttöyksikkö jolla saadaan säädettyä vakaajan asentoa, eli ulkona vai sisällä sekä tarvittavat indikaattorit ja yhteydenpitolaitteet komentosillalle. Tämän lisäksi on vielä keskusrasia ja pääohjailuyksikkö sijoitettuna jonnekin muualle, yleensä paikkaan laivan ylemmillä kerroksilla jonne on helppo pääsy, esimerkiksi konehuoneen valvontahuoneeseen. Komentosillalla on lisäksi vielä ohjailuyksikkö jolla vakaajien toimintaa voi hallita ja indikaattorit jotka osoittavat niiden toimintaa.



Kuva 7. Evävakaajajärjestelmä.

3.6 Toimintaperiaate

Evävakain tarvitsee toimiakseen ohjausjärjestelmän jota ohjaa tietokone. Järjestelmä tarvitsee tiedon laivan nopeudesta, evävakaajien asennosta ja keinunnasta jonka se saa hyrrän avulla. Järjestelmä mittaa kallistumista, kallistumisnopeutta ja laskee kulmakiihtyvyyden niistä integroimalla. Tietokone ohjaa vakaajien kääntymistä sää-
täen hydraulisynterien ja vääntösynterien avulla vakainten kohtauskulmaa. Kallist-
telun vaimeneminen riippuu vakainten pinta-alasta ja aluksen nopeudesta. Evävakaaj-
jat tuottavat ylöspäin suuntautuvaa nostetta tai alaspäin painavia voimia muokkaam-
alla vakaajan johtoreunasta taaksepäin kohdistuvaa virtausta edelleen säätelemällä
kohtauskulmaa. (Noppa.aallon www-sivut 2013.)



Kuva 8. Fincantieri evävakaajajärjestelmä.

- | | |
|------------------------------------|-------------------------|
| 1. Evä | 5. Hydraulioöljysäiliö |
| 2. HPU (Hydraulic Power Unit) | 6. Pääkäyttöyksikkö |
| 3. Moottorin käyttöpaneeli | 7. Pääkäyttöpaneeli |
| 4. LCU (paikallinen käyttöpaneeli) | 8. Sillan käyttöpaneeli |

4 KÄYTTÖ

4.1 Vakainten käyttö

Evävakaajia käytetään kun keliolosuhteet muuttuvat sellaisiksi, että alus alkaa ”rullaamaan”, yleensä takaa sivulta tulevan myötäisen aallokon vaikutuksesta tai kun nopeutta on laskettava rullaamisen takia joka johtuu kasvaneesta aallon korkeudesta. Vakaajat ajetaan ulos komentosillalla olevasta ohjauspaneelistä joko yksitellen tai yhtäaikaisesti. Yksitellen ajettaessa on muistettava ajaa tuulen puoleinen siipi ensiksi ulos, jolloin helpotetaan toisen siiven ulosajoa ja saadaan välitön vaikutus laivan keinumisen vähentämiseksi. Usein pelkkä tuulenpuoleisen vakaajan sivulle ajaminen riittää. Automatiikka voi toimia täysin automaattisesti tai se voi tarvita tiedon aluksen nopeudesta ja GM:stä eli laivan vakavuudesta ja oikaisumomentista. Silloin tiedot syötetään käsin ohjauspaneeliin jonka seurauksena automatiikka laskee kallistumista, kallistumisnopeutta ja kulmakiikkyvyyttä syötettyjen esiarvojen perusteella. Tällöin vahtipäällikön tulee tarkkailla ajonopeutta tästäkin syystä ja että se vastaa annettuja arvoja.

Merialueella ei ole käytön kannalta mitään merkitystä, vaan enemmän siipien käyttöön vaikuttaa aallokon korkeus. Vakainten käyttö rauhoittaa myös vasta-aallossa keulan pomppimista. Ajettaessa kapeilla väylillä, poijujen läheisyydessä tai jäissä, vakaajia ei käytetä. Vakaajat ajetaan sisään hyvissä ajoin ennen kapeille väylille saapumista ja lähestyttäessä satamaa ja manöveerausta. Esimerkiksi Finneagle aluksella vakainten automatiikka toimii niin, että automaatti-asetuksella vakaajat lähtevät automaattisesti ajamaan itseään sisään kun vauhti tippuu alle 8 solmun tai keulapotkurit startataan. Manuaali-moodissa ne pitää ohjauspaneelistä ajaa sisään, koska laite muutoin kuvittelee vauhtia olevan esisyötettyjen tietojen perusteella. Finneagle aluksella siipiä käytetään Ahvenanmerellä ja niiden tilan tarkastaminen kuuluu ”before arrival Check” tarkastuslistaan, jonka vahtipäällikkö merkinnällään kuittaa tehdyksi. (Dahlberg henkilökohtainen tiedonanto 30.10.2013.)

Vakaajat voivat aiheuttaa ulos vedettäessä pientä tärinää. Tämä perustuu tekijän omiin havaintoihin eri Ropax-aluksista. Vakaajat ovat usein noin 2 metriä leveitä ja 5-7 metriä pitkiä.

4.2 Käytön vaikutus

Evävakainten käytöllä on vaikutusta useaan asiaan. Tavalliselle maallikolle niistä ensimmäisenä tuntuu matkustusmukavuus vähentyneen sivuttaisen keinumisen eli rullaamisen vaikutuksesta tai poikittaisakselin suhteen tapahtuvan pomppimisen vähentymisenä.

Huonolla kelillä vakainten käytöllä ennalta ehkäistään lastin siirtymistä ja minimoidaan koko laivan vahinkoja. Näin toimimalla ja kunnollisella lastin kiinnittämisellä pyritään myös varmistamaan lastin ehjänä säilyminen. Tällä luonnollisesti on suora yhteys alusturvallisuuteen ja kuinka turvallisesti alus seilaa reittejään. (Fröberg henkilökohtainen tiedonanto 25.11.2013.)

Ei ole kyse ainoastaan lastin siirtymisestä, vaan vakaajien käytöllä voidaan minimoida myös kaupoissa, keittiössä, ravintoloissa, varastoissa, hyteissä ja lukemattomissa muissa paikoissa tapahtuvia vahinkoja. Aina nekään eivät kuitenkaan yksistään kykene vakauttamaan laivaa tarpeeksi keinumiselta ja vahinkoja voi sattua. Mikäli on odotettavissa kovempaa keliä ja tuulen suunta on esimerkiksi taka-sivu-myötäinen, kannattaa tavarat kiinnittää huolella paikoilleen niin kannella kuin keittiössäkin.

Vakaajien käyttö vaikuttaa myös ajonopeuteen. Ulos vedettyinä vakaajat syövät vauhtia arviolta noin 0,5 – 1 solmun verran. Kuitenkin kova keli syö nopeutta helposti 2 – 3 solmun verran, mutta vakaajien käytöllä usein voidaan pitää entistä matkanopeutta vakavuuden siitä liikaa kärsimättä ja aluksen rullaamisen pysyessä maltillisena. Linjaliikenteessä tämä on tärkeää, mikäli aikomus on pysyä aikataulussa ja rahtina on usein helposti vahingoittuvaa rahtia kuten irtoperävaunuja, sekä matkustajia joille matkustusmukavuus on yksi elementeistä joilla varustamot pyrkivät sitouttamaan asiakkaansa valitsemaan heidät myös tulevaisuudessa.

Koska vakaajien käyttö kasvattaa vastusta, on sillä myös suora vaikutus aluksen polttoaineen kulutukseen, joka vakaajia käytettäessä kasvaa. Bunkkerin kulutus on laivoissa kuitenkin sen verran suuri, että yksittäisenä toimenpiteenä keliolosuhteiden jatkuvasti muuttuessa, vakaajien ulos vetämisen vaikutusta polttoaineen kulutukseen on vaikea havaita pelkästään kulutusta seuraamalla. Kovalla kelillä jolloin siipiä käytetään, on enemmän vaikutusta bunkkerin kulutukseen ja millä nopeudella matkante-koa pystytään jatkamaan.

4.3 Omat käyttökokemukset

Allekirjoittaneen kokemus evävakaajien käytöstä on peräisin Finnlines-varustamon Star-luokan aluksilta vuosina 2011 – 2012 sekä Finneagle-alukselta vuosilta 2013 & 2014. Jotta vakaajia voidaan hyödyntää täysipainoisesti, on vauhtia oltava sen verran, että niiden käyttö on perusteltua. Hitaissa nopeuksissa niiden vaikutusta ei niin hyvin huomaa, vaan ne syövät vauhtia ja lisäävät kasvaneen vastuksen muodossa polttoaineen kulutusta. Kun aallokko kasvaa ja tuulen suunta muuttuu sivutakaiseksi, laiva alkaa keinua pitkittäisakselinsa ympäri ja kevyesti myös pysty- ja sivuttaisakselinsa suhteen, jolloin alus ikään kuin kevyesti liikehtii myös sivu- ja pystysuunnassa. ”Rullaus” on ikävää paitsi henkilöiden kannalta, myös aluksen turvallisen kulun ja rahdin paikallaan pysymisen kannalta. Näissä laivoissa kulkee suuri määrä erilaisia trailereita jotka ovat kyllä hyvin kiinnitetty, mutta sijaitsevat niin lähellä toisiaan, että laivan turha ja eliminoitavissa oleva keinunta luo tarpeettoman riskitekijän ja vakaajien käytöllä pyritään ennaltaehkäisemään mahdolliset kelin rahdille aiheuttamat vahingot. Kaikki huoltotyöt vaikeutuvat ja myös ”byssassa” ja ravintoloissa se aiheuttaa omat toimenpiteensä. Rullaamisella ja kelillä on suuri vaikutus aikataulussa pysymiseen ja koska vauhdin pudottamista on tällöin harkittava, tarjoaa evävakaajien käyttö siihen oivan avun. Itse käytän vakaajia hyvin herkästi ja sillä saadaan monessa tapauksessa eliminoitua laivan keinumisen aiheuttamat liikkeet minimiin ja kovemmillaakin keleillä vähennettyä pitkittäisakselin ympäri tapahtuvaa liikehdintää merkittävästi. Tällöin voidaan usein jatkaa entisellä suunnitellulla nopeudella tai korkeintaan hieman ottaa vauhdista pois. Turvallisuus kuitenkin ajaa kaiken edelle ja jos keli on niin kova, ettei vakaajien käytöstäkään löydy asiaan ratkaisua, hakeudutaan suojaisimmille reiteille ja tarvittaessa unohdetaan aikataulu kokonaan.

No mistä evävakaajia sitten käytetään? Evävakaaja-järjestelmään kuuluu myös komentosillalle asennettava käyttöpaneeli, josta evien toimintaa ohjataan ja josta niiden liikehdintää voi mittareista seurata. Itse käytän molempia vakaajia yhtäaikaisesti ja olen huomannut niiden syövän vauhtia karkeasti puolisen solmua mutta toisaalta muutoin olisi harkittava vauhdin pudottamista ja vakaajien käyttö usein kääntyy näin ajateltuna edullisemmaksi vaihtoehdoksi sekä myös polttoainetaloudellisemmaksi vaihtoehdoksi koska pystytään säilyttämään suunniteltu vauhti, eikä jäädä jälkeen

aikataulusta. Kulutus neljällä koneella ajettaessa tämän kokoluokan laivoilla reippaalla matkavauhdilla lienee hieman aluksista riippuen 4-6 tonnin välillä per tunti.

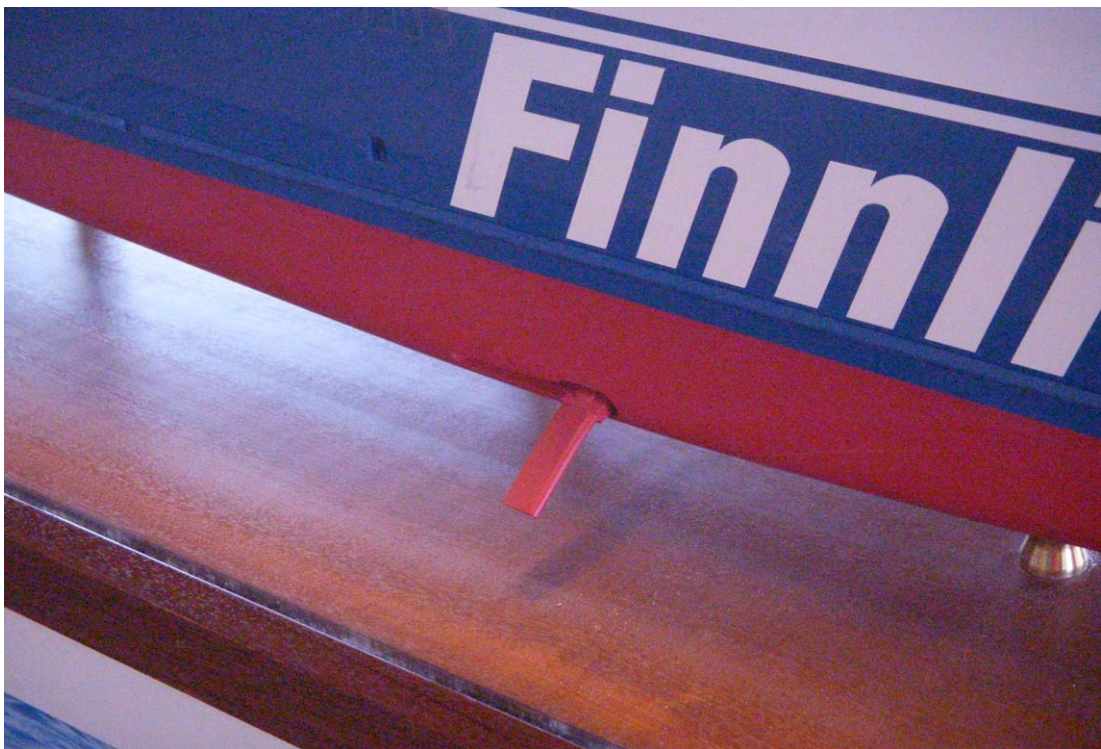


Valokuva 9. M/S Finneaglen komentosillan evävakaajien käyttöpaneeli.

Yllä olevan kuvan M/S Finneaglen paneelista nähdään, että analogisista mittareista voidaan seurata vakaajien toimintaa niin styyrpuurin kuin paapuurin puolelta ja huomata, että vakaajia voidaan käyttää automaattisesti kuin manuaalisestikin. Vakaajia ulos- ja sisään ajettaessa on havaittavissa pientä tärinää. Automatiikka laskee vauhdin ja GM:n mutta manuaali-toiminnolla tulee käyttäjän itse asettaa manuaalisesti molemmat arvot paneeliin. Kuvassa oikealla näkyy vauhti ja vasemmalla GM. Kyseisellä laivalla automatiikka huolehtii vakaajien sisään vetämisestä vauhdin tipuessa alle 8 solmun tai kun keulapotkurit käynnistyvät. On hyvin tärkeää muistaa, että ajettaessa vakaajat ulkona manuaali-toiminnolla, järjestelmä kuvittelee koko ajan vauhdin olevan ennalta säädetyn arvon mukainen ja ne pitää manuaalisesti ajaa sisään. Manuaali-toiminnolla ajettaessa on usein havaittavissa pientä tärinää. Arvelen sen johtuvan siitä, että mikäli vauhti ei ole säädetty kymmenyksen tarkkuudella ta-

sasolmuun ja jonka arvon voit syöttää evävakainten käyttöpaneeliin, automatiikka toimii tarkemmin laskemalla tarkat arvot ja näin pystyy optimoimaan vakaajien toiminnan. Vakaajat ulkona ajettaessa käytetään useilla laivoilla erillistä, isoa kylttiä, joka ilmoittaa vakaajien olevan ulkona ja joka on sijoitettu näkyvälle paikalle. Kyseisellä laivalla vakaajista varoittavaa kylttiä pidetään komentosillan keskikonsolissa nojallaan kahvoja vasten tai muussa näkökenttään ulottuvassa paikassa jotta varmistetaan myös visuaalisesti tiedon välittyminen vakaajien tilasta..

Vakaajia käytän avomerellä kun keli näin edellyttää mutta jäissä ajettaessa niitä ei käytetä koska olisivat alttiina rikkoutumiselle ja jäissä ajettaessa jäänyt meren pintakerros on tasainen eikä mitään hyötyä saavutettaisi. Myöskään ahtailla väylillä tai poijujen läheisyydessä ajettaessa vakaajat pidetään sisällä jotta eivät tartu vahingossa kiinni poijuihin tai merimerkkeihin ja näin aiheuta turhaa mahdollisuutta vahinkoihin. Esimerkiksi saariston suojassa ahtailla väylillä on tarpeetonta käyttää vakaajia koska keliolosuhteet yleensä ovat sen verran suotuisat, että vakaajilla ei saataisi mitään hyötyä, ainoastaan kasvatettua vastusta, pienennettyä nopeutta ja lisättyä polttoaineen kulutusta ja talvi-aikaan osa reitistä voi olla jään peitossa.



Kuva 10. M/S Finnstarin pienoismallin evävakaaja.

4.4 Finnarowin törmäys laituriin

Helmikuussa 2013 Finnarow lähestyi Holyheadin satamaa Walesissa, Englannissa. Alus oli tulossa Irlannista ja se liikennöi tapahtumahetkellä Dublinin ja Holyheadin välillä. Paapuurin puoleinen evävakaaja oli ulkona ja se törmäsi laituriin laituroinnin yhteydessä ja lävisti rungon sillä seurauksella, että pumppuhuone täyttyi vedellä.

Alus saatiin kuitenkin kiinnitettyä laituriin ja siinä olleet matkustajat sekä rahti saatiin nopeasti ulos aluksesta. Sukeltajat tutkivat aluksen ja tukkivat siinä olleen vuodon ja maista tuodun korkeapaine-pumpun avulla pumppuhuoneessa ollut vesi saatiin laskettua lattiapinnan alapuolelle. Vauriokohtaan rakennettiin sementtilaatikko tukkimaan vuotokohta.



Kuva 11. M/S Finnarow

Syitä jotka lopulta johtivat onnettomuuteen, on monia mutta Englantilainen onnettomuustutkintakeskus MAIB (Marine Accident Investigation Branch) on tutkinut asiaa ja sieltä voi poimia muutamia tärkeitä kohtia. (maib.gov.uk www-sivut 2014.)

Aluksen toinen perämies oli kaksi tuntia Dublinista lähdön jälkeen päättänyt ajaa paapuurin puoleisen vakaajan ulos vähentääkseen aluksen keinumista. Kapteenin saavuttua myöhemmin sillalle lähestyttäessä Holyheadin satamaa, olivat perämies ja kapteeni keskustelleet vakaajien tilasta ja päällikkö oli ottanut ohjat. Yliperämies oli tullut sillalle ja 2. perämies oli normaaliin tapansa lähtenyt keulapakalle valmistelemaan satamaan tuloa. Ennen satamaan saapumista suoritettavaan tarkastuslistaan ei ollut ruksattu vakaajia sisään vedetyiksi ja ainoa asia joka varoittaa komentosillalla ulkona olevasta vakaajasta, on keskikonsolissa oleva käyttöpaneeli, jossa on pieni vihreä katkaisin joka ilmoittaa palaessaan vakaajan olevan ulkona.

Kapteeni otti ohjat siivelle, eikä sen jälkeen ilmeisesti vakaajien tilasta enää keskusteltu päällikön ja yliperämiehen välillä. N. 30 metriä ennen aiottua laituripaikkaa aluksen kulku kuitenkin tyssäsi ja päällikkö lisäsi hieman potkuritehoa ja alus alkoi jälleen liikkua lisääntyneen potkuritehon vaikutuksesta. Sen jälkeen hälytysääni vuodosta alkoi soida, jolloin molemmat, päällikkö ja yliperämies tiesivät paapuurin vakaajan unohtuneen ulos. (maib.gov.uk www-sivut 2014.)



Kuva 12. M/S Finarrowin rungon ja vakaajan vauriokohta.

Voidaan todeta keskustelun olleen riittämätöntä vakaajien tilasta ja kommunikaatio niin 2. perämiehen, yliperämiehen kuin päällikön välillä ei vakaajien suhteen enää toiminut 2. perämiehen lähdettyä valmistelemaan kiinnitystä ja asia ehkä pääsi unoh-

tumaan. Tarkistuslista jäi täydentämättä vakaajien kohdalta ja siinä vaiheessa kun ohjat siirretään siivelle, ei näkökentässä näy enää mitään varoitusvaloa joka indikoisi vakaajien tilasta ja on inhimillistä, että asia voi tällöin päästä unohtumaan koska niin moni muu asia vaatii huomiota mavöveeratessa. Myös väsymys on saattanut vaikuttaa asiaan ja laivoilla usein työskennellään pitkiä päiviä kaikkina vuorokauden aikoina.

Bridge Voyage Check List Dublin-Holyhead **Finnarrow OJIG**

Date: 16-2-13 Route: Dublin-Holyhead ETA: Point Victor

<p>Before departure</p> <p>DGPS 1 <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Radar PS <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Advec + route <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Gyro 1 <input checked="" type="checkbox"/> CVO</p> <p>Gyro 2 <input checked="" type="checkbox"/> CVO</p> <p>Standard <input checked="" type="checkbox"/> CVO</p> <p>MF/HF DSC <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>VHF-DSC (ch 16 + ch12) <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>UHF <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Engine and Thrusters on and set to bridge control <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>After departure</p> <p>Call Dublin VTS (Intra and Delta) <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Note time of Dep. in ships log book <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Stop thrusters <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Lock doors to cargo deck <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Before arrival</p> <p>Call Holyhead Port Control Ch 14, 30min before arrival. ETA Point Victor (1.5 nm from Breakwater) <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Call Holyhead Port Control Ch 14, 3nm from breakwater (passing South Stack LH) <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Inform duty engineer 30 min before pilot boarding position <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Inform Master 30 min before pilot boarding position <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Anchor stoppers off <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>"Stand by" Engine <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>All steering gears on (4) <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Bow thrusters (1 or 2) <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>After Arrival</p> <p>Engines & Thrusters off <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Steering gear off <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Bridge doors closed <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Note time of Arrival in ships log book <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Call Holyhead Port Control arrival <input checked="" type="checkbox"/></p>	<p>DGPS 2 <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Radar STB <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Helmsmans post <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Steering pumps (4) <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>VDR <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Override <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>AIS Information <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>AIS underway <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Call Dublin VTS Ch 12 when casting off <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Deck lights off <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Steering pumps (2 pumps) <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Anchor stoppers on <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Firealarm Cargo deck 3 and 5 ON <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Hose stabilisers <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Wake up crew <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Helmsman stby <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Bridgewings Monitors, wash windows etc <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Unlock doors to cargo decks <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Fire alarms Cargo deck 3 and 5 OFF <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Radars stand by <input type="checkbox"/></p> <p>Navigation lights off <input type="checkbox"/></p> <p>AIS moored <input type="checkbox"/></p>	<p>Speedlog <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Navigation lights ON <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Typhon <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Bridgewings monitors etc <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Nacos conning display <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Firealarms to sea mode <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Navtex <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>WT doors closed <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Hull integrity (green lights) <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Notify VTS (Arrival) <input type="checkbox"/></p> <p>Deck lights ON <input type="checkbox"/></p> <p>Fire alarm to 'harbour' <input type="checkbox"/></p>
--	---	--

Captains orders:

Holyhead Port control 30 min before arrival
ETA Point Victor 30 min

15.02.13
Draught 6.3m
Dublin - Holyhead Finnarrow

Kuva 13. M/S Finnarrowin tarkistuslista.

Kehittämisehdotuksena ajattelisin, että myös siiville olisi hyvä saada vakaajien tilasta indikoiva varoitusjärjestelmä joka varmistaisi laiturointia suorittavan henkilön kuulo- tai näkökenttään tiedon vakaajien tilasta. Myös riittävä lepoaika olisi otettava huomioon jo alun perin neuvoteltaessa työehdoista. Nykyinen takuupalkka-järjestelmä, joka sisältää melkoisen määrän ylityötunteja, on mielestäni kohtuuton ja voi aiheuttaa vaaratilanteita.

5 YHTEENVETO

Laivan keinuminen eli “rullaaminen” ja sen minimoiminen on ollut viime vuosisadan suuri haaste. Keinumiseen liittyy tietty määrä riskejä laivan vakavuuden kannalta. Lasti voi siirtyä ja aiheuttaa kallistuman tai jopa johtaa laivan kyljelleen kääntymiseen pahimmissa tapauksissa. Myös muu laivalla oleva omaisuus ja matkustusmukavuus kärsivät rullaamisesta. Siihen on kehitetty lentokoneen korkeusvakaajaa muistuttava evävakaaja jonka tarkoituksena on vakavoittaa laivaa huonoissa keliolosuhteissa.

Matkustaja- ja ropax-alukset ovat nopeita ja kuljettavat irtorahdin lisäksi matkustajia ja nämä alustyypit on nykyisin lähes poikkeuksetta varustettu evävakaajilla. Ne vähentävät laivan pomppimista aallokossa ja vähentävät pitkittäisakselin suhteen tapahtuvaa keinumista ja näin minimoivat huonossa kelissä laivan vahinkoja. Evävakaajat sijaitsevat laivan palteissa molemmin puolin keskilaivan paikkeilla ja ne saadaan ajettua ulos ja vedettyä takaisin sisään hydraulisten sylinterien avulla. Niitä ohjataan komentosillalla olevasta käyttöpaneelistä mutta niitä voidaan hallita myös keskushallintapaneelistä kuin paikallisesta käyttöpaneelistä.

Evävakaajat kasvattavat vastusta ja teoriassa lisäävät polttoaineen kulutusta mutta toisaalta mahdollistavat huonolla kelillä aluksen nopeamman kulun ja sitä kautta säästävät kuluissa koska matkaa voidaan useimmiten jatkaa menettämättä aikaa. Tärkeä seikka linjaliikenteessä mutta joka ei kuitenkaan saa ajaa turvallisuusajattelun ohitse ja aikatauluista välittämättä laivan turvallinen kulku on tärkein asia. Vakaajia käytetään vain kun vauhtia on riittävästi, ei olla jäissä tai ahtailla väylillä ja luonnollisesti manöveerauksessa ne ovat sisään ajettuina.

Kynnys evävakaajien käyttöön olisi syytä olla pieni mutta toki se on vahtipäällikön henkilökohtaisen päätösvallan alla, jollei päällikkö ole muuta niiden käytöstä määrännyt. Mielestäni parempi hetkeä liian aikaisin, kuin liian myöhään, jolloin mahdollisia vahinkoja on voinut jo syntyä. On kuitenkin syytä muistaa, että vakaajat eivät suinkaan poista keinumista kokonaan, mutta merkittävästi vähentävät sitä.

Tulevatko evävakaajat tulevaisuudessa yleistymään myös muissa alustyypeissä, sitä on vaikea ennustaa mutta teoriassa ne palvelevat myös puhtaita rahtialuksia ja kapearunkoiset sota-alukset vakaajia jo käyttävätkin. Ne toki lisäävät kustannuksia ja syövät hieman rahtitilaa aluksen rungossa ja lienee niiden yleistymiselle ym. aluksilla suurin yksittäinen este markkinoilla, joilla vallitsee tiukka hintakilpailu.

Kehitysideana voisi olla tutkia, voitaisiinko vakaajien muotoa muuttaa, kokoa kasvattaa tai lisätä pienempiinkin aluksiin useampi pari vakaajia kustannusten kuitenkin karkaamatta nousevien valmistusmäärien johdosta. Näillä voisi olla vieläkin tehokkaampi vaikutus aluksen keinumisen minimoimiseksi, samoin kuin jo lähtökohteisesti aluksen rungon muotoilulla. Myös vakaajien tilasta joko kuulo- tai näkökenttään sijoittuvalla varoitusjärjestelmällä, joka on sijoitettu molemmiin puolin siiville varmistamaan laiturointia suorittavan henkilön tieto vakaajien tilasta. Riittävä lepoaika on tärkeää jotta ehkäistään ihmisen uupuminen ja pystytään keskittämään voimavarat suoritukseen keskittymiseen oikealla hetkellä.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli osittain myös tehostaa merenkulun opiskelijoiden tietoa evävakaajista, niiden käytöstä ja vaikutuksista. Tarkoitus oli myös syventää kirjoittajan omaa tietoutta aiheesta ja parantaa ammatillisia valmiuksia. Aiheesta ei kovin paljoa koulutuksessa puhuta ja tietoakin on hyvin rajallinen määrä saatavissa. Mielestäni tavoitteet saavutettiin hyvin ja myös oma ammattitaitoni kasvoi prosessin tekemisen myötä ja työ tarjoaa kattavan raapaisun aiheesta myös uusille merenkulkijoille. Ne merenkulkijat jotka suuntautuvat matkustaja- ja ropax-aluksiin, heille evävakaajien käyttö on lähes jokapäiväistä.

LÄHTEET

Dahlberg T. 2013. Päällikkö M/S Finneagle. Naantali. Haastattelu 30.10.2013. Haastattelijana Tapio Vuoksenturja. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Fröberg M. 2013. Yliperämies M/S Finneagle. Naantali. Haastattelu 25.11.2013. Haastattelijana Tapio Vuoksenturja. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Ourenhoven R. 2013. Konepäällikkö M/S Finneagle. Naantali. Haastattelu 29.10.2013. Haastattelijana Tapio Vuoksenturja. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Sähköiset lähteet:

Gyroscope.org www-sivut 2014. Viitattu 07.02.2014.
<http://www.gyroscopes.org/history.asp>

Maib.gov.uk www-sivut 2014. Viitattu 07.02.2014.
http://www.maib.gov.uk/cms_resources.cfm?file=/Finnarrow.pdf

Noppa.aallon www-sivut 2013. Viitattu 17.11.2013.
https://noppa.aalto.fi/noppa/.../Kul-24_4410_oppikirjan_luku_11.pdf

Trafin www-sivut 2014. Viitattu 07.02.2014.
http://www.trafi.fi/merenkulku/saadokset/kansainvaliset_sopimukset

Wikipedian www-sivut 2013. Viitattu 17.11.2013.
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Ev%C3%A4vakain>

Wikipedian www-sivut 2014. Viitattu 02.02.2014.
[http://en.wikipedia.org/wiki/Stabilizer_\(ship\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Stabilizer_(ship))

Kuvalähteet:

Kuva 1. M/S Finnstar. Valokuvaaja Tapio Vuoksenturja 2013. Valokuva kirjoittajan kokoelmasta ja hallussa.

Kuva 2. S.S. Conte di Savoia, saatavissa:

<http://vmf-cruiseshipsandliners.blogspot.fi/2013/07/the-beautiful-italian-liner-conte-di.html>

Kuva 3. Evävakain ja palleköli, saatavissa:

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7b/Stabilizer1.JPG>

Kuva 4. Evävakaajien toimintaperiaate virtauksessa, saatavissa:

https://www.google.fi/search?q=fin+stabilizer&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=DVPvUouRE-ceN4gT_wICACw&ved=0CAcQ_AUoAQ&biw=1600&bih=754#facrc=_&imgdii=_&imgrc=xt9ZINLQFI1YoM%253A%3ByGHZpeX0U3KMQM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.gyrogalestabilizers.com%252Fresources%252Fangles.png%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.gyrogalestabilizers.com%252Fintroduction%252Fstabilizing-fins%3B654%3B187

Kuva 5. M/S Finneaglen stabilisaattori-huone. Valokuvaaja Tapio Vuoksenturja 2013. Valokuva kirjoittajan kokoelmasta ja hallussa.

Kuva 6. M/S Costa Concordia, saatavissa:

https://www.google.fi/search?q=ev%C3%A4vakain&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=T2ruUuKJFMfY4QTR9oDQCw&ved=0CAgQ_AUoAg&biw=1524&bih=718#q=fin+stabilizer&tbm=isch&facrc=_&imgdii=N6ixnqTtxtTaW8M%3A%3BZLrWI6wvryGwlM%3BN6ixnqTtxtTaW8M%3A&imgrc=N6ixnqTtxtTaW8M%253A%3BFsfOrnuBPcjwM%3Bhttp%253A%252F%252Fnews.bbcimg.co.uk%252Fmedia%252Ffima-ges%252F57887000%252Fjpg%252F_57887995_013703537.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fblog.geogarage.com%252F2012%252F01%252Fitaly-cruise-ship-costa-concordia.html%3B976%3B549

Kuva 7. Evävakaajajärjestelmä, saatavissa:

https://www.google.fi/search?q=ev%C3%A4vakain&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=T2ruUuKJFMfY4QTR9oDQCw&ved=0CAgQ_AUoAg&biw=1524&bih=718#q=fin+stabilizer&tbm=isch&facrc=_&imgdii=_&imgrc=nMxHIJqpXmge2M%253A%3BshXXt5Nrzs5AM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.simplexmarine.com.sg%252Fmarine%252Ffin.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.simplexmarine.com.sg%252Fmarine_fin.php%3B245%3B238

Kuva 8. Fincantieri evävakainjärjestelmä, saatavissa:

<https://www.fincantieri.it/cms/data/pages/000115.aspx>

Kuva 9. M/S Finneaglen evävakaajien komentosillan käyttöpaneeli. Valokuvaaja Tapio Vuoksenturja 2013. Valokuva kirjoittajan kokoelmasta ja hallussa.

Kuva 10. M/S Finnstarin pienoismallin evävakaaja. Valokuvaaja Tapio Vuoksenturja 2013. Valokuva kirjoittajan kokoelmasta ja hallussa.

Kuva 11. M/S Finnarrow, saatavissa:

https://www.google.fi/search?q=ms+finnarow&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ei=9L30Uvn_EaLDygPG4oDYBw&ved=0CAcQ_AUoAQ&biw=1600&bih=754#facrc=&imgdii=&imgrc=ufDYAs-JNMibsM%253A%3BSdk7IiEWGFJKvM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.schiffbilder.de%252F1024%252Fms-finnarrow-auf-dem-weg-22384.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.schiffbilder.de%252Fname%252Fzeitach-se%252Fjahr%252F2011%252Fmonat%252Fjuli%252Fseite%252F2.html%3B1024%3B768

Kuva 12. M/S Finnarrowin rungon ja vakaajan vauriokohta, saatavissa:

http://www.maib.gov.uk/cms_resources.cfm?file=/Finnarrow.pdf

Kuva 13. M/S Finnarrowin tarkastuslista, saatavissa:

http://www.maib.gov.uk/cms_resources.cfm?file=/Finnarrow.pdf