

Juha Palola

DYNAAMISEN PAIKANNUKSEN KÄSIKIRJA

Merenkulun koulutusohjelma

Merikapteeni

2011

DYNAAMISEN PAIKANNUKSEN KÄSIKIRJA

Palola, Juha
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Merenkulun koulutusohjelma
Joulukuu 2011
Ohjaaja: Martikainen, Hannu
Sivumäärä: 91
Liitteitä: 2

Asiasanat: merenkulku, dynaaminen paikannus, DP-operaattori, offshore

Dynaaminen paikannus on vakiinnuttanut asemansa merenkulussa. Vuonna 1961 ensimmäinen DP-järjestelmällä varusteltu porausalus CUSS 1 aloitti toimintansa offshore-sektorin palveluksessa. Tekniikka, jota offshore-aluksissa käytetään, kehittyy jatkuvasti, oli kyseessä sitten paikkareferenssijärjestelmät tai dynaamisessa paikannuksessa käytettävät työasemat. Alan toimijoiden, kuten DP-operaattoreiden, tulee kehittää itseään jatkuvasti pysyäkseen kehityksen mukana ja ylläpitääkseen riittävän korkeaa ammatillista kompetenssia.

Opinnäytetyön tarkoituksena on laatia suomenkielinen käsikirja kansipäällystölle, joka tähtää offshore-sektorin palvelukseen. Käsikirjan tarkoituksena ei ole olla kokonaisvaltainen tutkielma aiheesta dynaaminen paikannus, vaan pikemminkin johdatus tälle merenkulun erikoisalalle.

Dynaamisen paikannuksen käsikirja ei pyri korvaamaan laitevalmistajien käyttöoppaita, eikä menemään syvälle yksittäisten laitetoimittajien teknisiin ratkaisuihin. Työn avulla pyritään tarjoamaan alalle pyrkivälle itseopiskelumateriaalia ja tukea perusteiden oppimiseen.

Lähdemateriaalina on käytetty englanninkielistä ja alalla tunnustettua kirjallisuutta, ohjeistuksia sekä säädöksiä. Tarkoitukseni on ollut pikemminkin selittää alan termistöä ja operointikulttuuria kuin pyrkiä suomentamaan jo vakiintuneita termejä.

CONCISE HANDBOOK OF DYNAMIC POSITIONING

Palola, Juha

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Maritime Management

December 2011

Supervisor: Martikainen, Hannu

Number of pages: 91

Appendices: 2

Key words: Maritime, Dynamic Positioning, DPO, Offshore

Dynamic Positioning is now an established technique in the world of offshore related and specialized shipping. It is quite exactly 50 years since the first, fully automatic dynamically positioned vessel entered service. The technology is a very rapidly changing one, in every area (propulsion, control system, position-reference, operational, etc.) and it is quite a challenge to stay current.

The purpose of this thesis was to make a guide in Finnish for Deck Officers who are aiming to this area of shipping. This handbook is not intended to be a comprehensive treatise on the subject of Dynamic Positioning. It is aimed at those perhaps entering the Dynamic Positioning scenario from more conventional vessels or directly from school.

This handbook does not attempt to replace the system handbooks supplied by the system manufacturers, nor does it go into great detail supplied by the system manufacturers systems. It attempts to provide support to the Deck Officers taking Dynamic Positioning courses (Basic / 30 days onboard training / Advanced –course) and for those who are starting as a Junior Dynamic Positioning Operator.

The main source of information used in this thesis was professional literature and technical publications as well as a great number of material found in the internet. Content of this thesis is mostly translated from English to Finnish. Many of the terms used in Dynamic Positioning are good as they are in English so this guide is rather explaining than making direct translation of widely recognized terms.

LYHENTEET

ABS	American Bureau of Shipping
AHV/AHTS	Anchor handling vessel (tug supply)
BV	Bureau Veritas
DARPS	Differential absolute and relative positioning system
DG	Diesel generator
DGPS	Differential Global Positioning System
DNV	Det Norske Veritas
DP	Dynamic positioning
DPS	DP specialist or
DPS-1, 2 3	ABS DP classification
DSV	Dive Support Vessel
ERRV	Emergency Rescue and Recovery Vessel
FMEA	Failure modes and effects analysis
FPSO	Floating production storage and offloading
FSVAD	Flag state verification and acceptance document
GL	Germanischer Lloyd
HPR	Hydroacoustic positioning reference
ICS	Integrated control system
IMCA	International Marine Contractors Association
IMO	International Maritime Organization
KR	Korean Registry
LBL	Long Base Line
LR	Lloyd's Register
MPSV	Multipurpose Support Vessel
MRU	Motion reference unit
MSC	Maritime Safety Committee
MSC Circ.	IMO Maritime Safety Committee circular
NI	Nautical Institute
NORSOK	Norsk Sokkels Konkuranseposisjon (Norwegian Technology Standards Institution)
OIM	Offshore installation manager
OLF	Oljeindustriens Landsforening (Norwegian Oil Industry Association)
OSV	Offshore supply vessel
PMS	Power management system
PRS	Position reference system
PSV	Platform supply vessel
ROV	Remotely Operated Vehicle
SBL	Short Base Line
STCW	International Convention on Standards of Training, Certification & Watchkeeping for Seafarers
TBL	Teknologibedriftenes Landsforening (Federation of Norwegian Manufacturing Industries)
UKOOA	UK Offshore Operators Association (now Oil & Gas UK)
USCG	United States Coast Guard
UTM	Universal Transverse Mercator coordinate system
VRS	Vertical reference sensor

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	8
2	DYNAAMISEN PAIKANNUKSEN PERIAATE	10
2.1	Aluksen matemaattinen malli	11
2.2	Alukseen vaikuttavat ulkoiset voimat.....	11
2.2.1	Tuuli	12
2.2.2	Virta ja meren aaltoliike.....	12
2.2.3	Muita alukseen vaikuttavia ulkoisia voimia.....	12
2.3	Ulkoisten voimien mittaus (MRU/VRU/VRS).....	13
3	DP-JÄRJESTELMÄN RAKENNE	14
3.1	Tietokoneet	14
3.2	Työasema	15
3.3	Paikkareferenssit.....	15
3.4	Aluksen energiantuotanto	16
3.5	Propulsiolaitteisto	17
4	PAIKANMÄÄRITYS	18
4.1	Aluksen paikanmäärityksen yleiset periaatteet.....	18
4.2	UTM	19
4.3	Hydroakustiset paikkareferenssijärjestelmät (HPR).....	20
4.3.1	USBL ja SSBL	21
4.3.2	SBL	21
4.3.3	LBL	22
4.4	Taut Wire	22
4.5	Global Positioning System (GPS).....	23
4.5.1	Differential Global Positioning System (DGPS)	24
4.5.2	Relativ and Absolute Global Positioning System (R-GPS)	25
4.5.3	GLONASS	25
4.6	Lasersäteeseen perustuva paikanmääritys	25
4.7	Mikroaaltoon perustuva paikanmääritys.....	26
5	DP-OPERAATIOT	27
5.1	Huoltoalus (Platform Supply Vessel, PSV).....	27
5.2	Ankkurointi- ja hinausalus (Anchor Handling Tug Supply, AHTS).....	28
5.3	Sukellusentukialus (Dive Support Vessel)	29
5.4	ROV-tukialus	30
5.5	Putkenlaskualus	31
5.6	Nosturialus	33
5.7	Öljynporauslautat ja -alukset	33
5.8	Pojjulastaus sukulatankkerilla.....	33

5.9 Floating Production, Storage and Offloading Unit (FPSO).....	34
5.10 Muita dynaamisen paikannuksen käyttökohteita.....	35
5.10.1 Risteilyalukset.....	35
5.10.2 Puoliuppoava porauslautta (Semi-Submersible).....	36
5.10.3 Puoliuppoava nosturialus.....	37
5.10.4 Ruoppausalukset.....	37
5.10.5 Sotilaskäyttö.....	38
6 DP-ALUKSEN OPEROINTI.....	39
6.1 Operaation suunnittelu.....	39
6.2 Esivalmistelut ja operaatiopaikalle tulo.....	39
6.3 DP-järjestelmän toimintamoodit.....	40
6.3.1 Standby mode.....	40
6.3.2 Manual mode.....	41
6.3.3 Auto Position mode.....	41
6.3.4 Auto Area Position mode.....	42
6.3.5 Auto Track modes.....	42
6.3.6 Autopilot mode.....	43
6.3.7 Follow Target mode.....	43
6.3.8 Weather Vane/Loading mode.....	43
7 TOIMINTAHÄIRIÖIDEN ENNALTAEHKÄISY.....	45
7.1 FMEA (Failure Modes and Effect Analysis).....	45
7.2 Consequence Analysis.....	46
7.3 Kalman Filter.....	46
7.4 DP Capability Plot.....	47
7.5 DP Footprint Plot.....	47
7.6 Redundanssi.....	48
7.7 Luokituslaitokset.....	49
8 DP-OPERAATTORI.....	50
8.1 Koulutus.....	50
8.1.1 Basic-kurssi.....	50
8.1.2 Aluksella suoritettava harjoittelu.....	51
8.1.3 Advance-kurssi.....	51
8.1.4 Muita kursseja.....	52
8.2 Vahdinpito.....	52
8.3 DP-operaattorin lokikirja.....	53
8.4 Incident form.....	53
9 TERMISTÖ.....	55
LÄHTEET.....	88

LIITTEET

1. Capability plot and power consumption
2. Training scheme

KUVAT

1. Vapaat liikesuunnat
2. DP-järjestelmän rakenne
3. Aluksen energiantuotanto
4. Aluksen propulsiolaitteisto
5. Pohjois-Euroopan UTM-koordinasto
6. HPR navigoinnin toimintaperiaatteet
7. AHTS REM Gambler
8. Sukellusentukialus REM Etive
9. Kuvaa, jota ROV lähettää tukialukselle
10. Putkenlaskualus Seven Oceans
11. FPSO ja kelluva lastilinja
12. Tuotanto ja varastotankkeri
13. Semi-Submersible
14. Nosturialus Blue Marlin ja Semi-Submersible
15. Poijulastaaja ja Single Point Mooring

TAULUKOT

1. Luokituslaitosten luokkamerkinnot

1 JOHDANTO

Moderni merenkulku on tieteen ja taiteen yhdistelmä. Tieteellä tarkoitetaan oppia kirjoista ja oppilaitoksista, taiteella hiljaista tietoa, joka on opittava kokemuksen ja tekemisen kautta. (Karlsson 2005, 8.) Dynaamisen paikannuslaitteiston käyttäjän eli DP-operaattorin on osattava ennakoita ja tunnistaa mahdolliset vaaratilanteet ennen kuin ne syntyvät, ja kun ne syntyvät, on niistä osattava selvittää parhaalla mahdollisella lopputuloksella. Oikeiden päätösten tekeminen vaatii vahvat perustiedot ja -taidot sekä laitteiston teknillisen puolen ymmärtämisen. Dynaamisen paikannuksen työasemat välittävät valtavan määrän tietoa, jota DP-operaattorin on osattava tulkita oikein ja tehdä päätöksiä niiden pohjalta. Koska automatiikalta puuttuu harkintakyky, DP-operaattorit ovat avainasemassa, tässä turvallisuuskriittisessä työssään.

Ennen tämän päivän tekniikan tuomia mahdollisuuksia alusten paikallapito kyettiin toteuttamaan ainoastaan passiivisesti ankkurein ja kiinnitysköysin. Kehityksen seuraava askel toi mukanaan teknisesti edistyksellisemmät potkurikonfiguraatiot, ja paikallapito tuli mahdolliseksi käsiohjauksella. Tätä kehitystä seurasivat ensimmäiset varsinaiset DP-järjestelmät, joissa aluksen potkureiden käyttövoimaa eli propulsiota ohjattiin keskitetysti yhdellä ohjaussauvalla (joystick control). Tänä päivänä kehitys on mennyt niin pitkälle, että aluksen paikallapidosta on tullut tietokonejärjestelmän avulla toteutettavaa aktiivista propulsiovoiman suuntaamista siten, että alus säilyttää paikkansa pohjan suhteen käyttäjän valvoessa järjestelmän dynaamista suoritetta.

DP-järjestelmiä hyödyntävien alusten määrä on kuluneen 20 vuoden aikana moninkertaistunut ja ammattitaitoisten DP-operaattoreiden tarve niin ikään. Marrasjoulukuun vaihteessa 2011 tilauskanta offshore-porausaluksille (drillship/semi-submersible/jack-up rig) on yhteensä 139 alusta, joista ainakin 72 on varustettu DP-järjestelmällä. Yksin tämän kaluston huolto- ja tukitoimiin tullaan tarvitsemaan asiantuntija-arvioiden mukaan 500–600 huoltoalusta (MPSV/AHTS). (Offshore 2011.)

Tämän työn tavoitteena on henkilökohtaisen ammattitaitoni kehittäminen ja vahvistaminen. Työn tarkoituksena on toimia suomenkielisenä materiaalina alasta kiinnostuneille ja tueksi DP-Basic-kurssin opiskelijoille. Työssä käydään läpi dynaamisen

paikannusjärjestelmän pääosat ja funktiot, joiden avulla oppija voi saavuttaa riittävät perustiedot dynaamisesta paikannuksesta. Näiden perustietojen avulla teknisesti haastavamman englanninkielisen materiaalin lukeminen ja analysointi mahdollistuu. Työn tarkoituksena ei ole korvata laitevalmistajien ohjekirjoja tai ohjeistuksia, vaan toimia yleispätevänä lähdemateriaalina ja johdattajana englanninkielisille alkuperäisteoksille ja säädöksille.

Englanninkielisen lähdemateriaalin käyttö on tuonut omat haasteensa opinnäytetyön työprosessiin. Termistö, jota alalla käytetään, on kansainvälisesti vakiinnuttanut asemansa englanninkielisenä. Työn tarkoituksena on pikemminkin selittää kuin suomentaa alan termistöä. Lainatakseni filosofian tohtori Hannu Karttusen sanoja Matkalla avaruuteen -kirjasta: ”Suomenkielisiä nimityksiä on tarvittu niin harvoin, ettei niille ole vakiintuneita muotoja”, Karttunen toteaa kirjoittaessaan aluksen kuudesta vapaasta liikesuunnasta ja jättää termit suomentamatta (Karttunen 2009, 285).

DP-Basic-kurssin olen suorittanut Satakunnan ammattikorkeakoulussa 2009. Kurssin jälkeen koin tarvetta laajentaa tietoperustaani dynaamisesta paikannuksesta, ja päätös opinnäytetyön aiheesta vahvistui. Toukokuussa 2010 minulle tarjottiin töitä DP-operaattorina, ja tätä voidaan pitää alkusysäyksenä työn kirjoitusprosessille. Käytetyn materiaalin kokoaminen ja työn runko on saanut muotonsa touko-kesäkuun 2010 aikana. Työn ensimmäistä versiota on kommentoinut tekniikan tohtori Sauli Ahvenjärvi, jonka jälkeen työtä on kehitetty eteenpäin. DP-Advanced-kurssin olen suorittanut kuuden kuukauden laivapalvelun jälkeen University College Ålesundissa. DP-operaattorina olen kerännyt käyttäjäkokemuksia kahdesta järjestelmästä ja neljästä DP 2 –luokan aluksesta, joista viimeisessä olen ollut mukana jo rakennusvaiheessa.

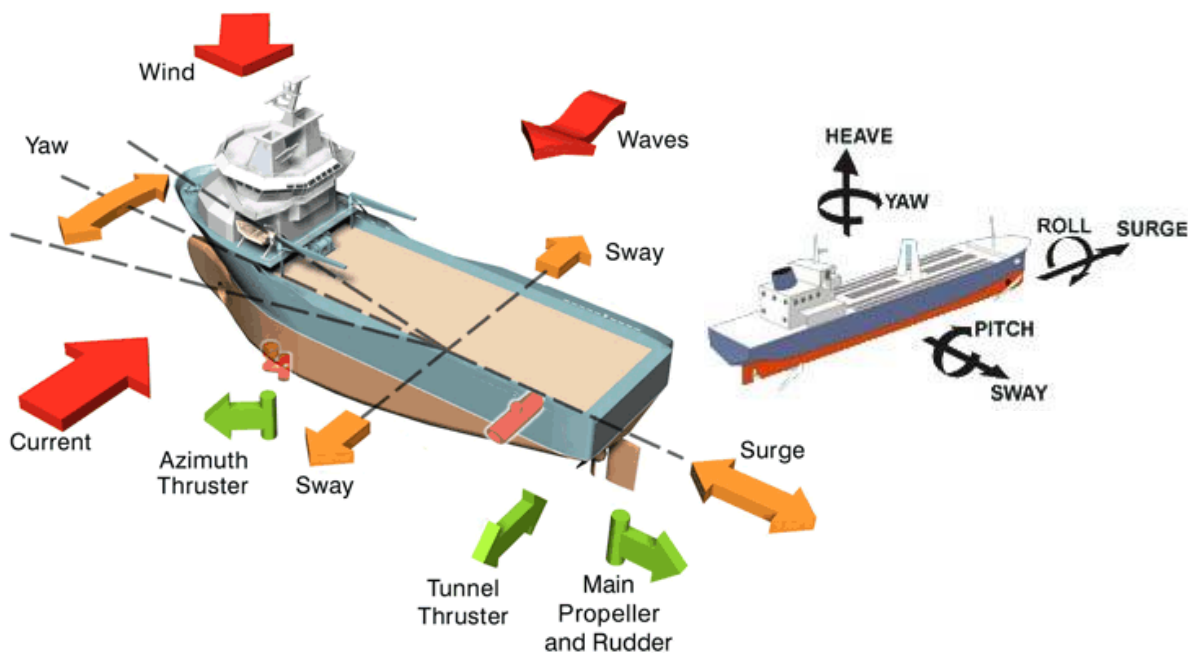
Virkavapaalla olevan tekniikan yliopettajan Sauli Ahvenjärven lisäksi haluan kiittää työn loppuvaiheessa mukana olleita tekniikan yliopettajaa Hannu Martikaista ja merikapteeni Pasi Leinoa heidän asiantuntevista sekä työn laatua parantavista kehittämisideoistaan.

2 DYNAAMISEN PAIKANNUKSEN PERIAATE

Dynaamisella paikannuksella tarkoitetaan aluksen kykyä eliminoida ulkoisten voimien vaikutukset aluksen liikkeisiin ja näin ollen säilyttää paikkansa sekä keulasuuntansa aktiivisen propulsioon avulla. DP-järjestelmä ei ole mikään yksittäinen aluksella oleva laite, vaan se kattaa suuren määrän laitteita ja järjestelmiä, joiden yhteistoiminnalla saavutetaan korkea paikallapitotarkkuus. Järjestelmän ytimenä on tietokone, joka kerää tietoa useasta paikka- ja mittatietoa antavasta järjestelmästä verraten arvoja operaattorin määrittämiin asetusarvoihin. Määritetyn ja saadun arvon poikkeamaan järjestelmä reagoi aktiivisen propulsioon avulla.

Aluksella on kuusi vapaata liikesuuntaa:

- SURGE eli ryntäily/työntyily on aluksen liike pituusakselinsa suuntaisesti
- SWAY eli huojunta on aluksen liike poikittaisakselinsa suuntaisesti
- HEAVE eli kohoilu on aluksen liike pystyakselinsa suuntaisesti
- YAW eli mutkailu on aluksen kiertyminen pystyakselinsa ympäri
- ROLL eli keinunta on aluksen kiertyminen pituusakselinsa ympäri
- PITCH eli jyskintä on aluksen kiertyminen poikittaisakselinsa ympäri



Kuva 1. Vapaat liikesuunnat (Kongsberg 2010)

Aluksen DP-järjestelmä pyrkii automatiikan avulla hallitsemaan liikesuuntia: surge, sway ja yaw. Surge ja sway vaikuttavat aluksen paikalla pysymiseen ja yaw keulasuuntaan. Molempia vapaita liikesuuntia (position setpoint & heading setpoint) ohjataan operaattorin määrittämien asetusarvojen (setpoint) perusteella. Aluksen paikka (surge ja sway) määritetään yhden tai useamman paikkareferenssijärjestelmän avulla ja keulasuunta hyrräkompassien avulla. Heave, pitch ja roll tiedot mitataan MRU:n avulla (Motion reference unit). MRU:n tietoja käytetään aluksen paikkareferenssijärjestelmien (PRS) tukena sillä PRS:t määrittävät kaikki kulmat suhteessa laivan runkoon. Dynaamisen paikannuksen mallin laatimisessa hyödynnetään MRU:n tietoja, joilla on merkittävä vaikutus paikallapitotarkkuuteen. (IMCA 2010.)

2.1 Aluksen matemaattinen malli

Dynaamisessa paikannuksessa hyödynnetään aluksen matemaattista mallia, jonka avulla pystytään parantamaan ja kehittämään aluksen paikallapitotarkkuutta. Matemaattinen malli on osa DP-järjestelmän toiminnallisuutta. Matemaattisen mallin tuottaman tiedon avulla voidaan ennakoida aluksen käyttäytymistä, minkä johdosta järjestelmä kykenee reagoimaan nopeammin vallitseviin olosuhteisiin. Matemaattinen malli koostuu pysyvistä tiedoista, joka on määritelty matemaattisesti ja merikokeiden avulla sekä mukautuvasta tiedosta, jota järjestelmä saa tuuli- ja liikesensoreiden avulla. Mallin tarkkuuteen vaikuttavat pysyvän tiedon todenmukaisuus, sensoreiden tarkkuus sekä mittausajanjakso eli järjestelmän asettuminen. Asettumisella tarkoitetaan mittaustulosten keräämistä riittävän pitkältä ajanjaksolta korkean ja riittävän laadukkaan tiedon varmistamiseksi. Asettumiseen kuluva aika on laitekohtaista. (Bray 2008, 4.)

2.2 Alukseen vaikuttavat ulkoiset voimat

Alukseen vaikuttaa monia ulkoisia voimia, joista toiset ovat helpommin ennustettavissa kuin toiset. Ulkoisista voimista aluksen paikallapitotarkkuuteen vaikuttavat kriittisimmin tuuli, virta ja meren aaltoliike. Toimintakykykaaviosta (DP Capability Plot) käy ilmi, millä paikallapitotarkkuudella alus kykenee operoimaan ja missä olo-

suhteissa operointikyky heikkenee. Luonnonvoimien arvaamattomuutta ei voi missään nimessä väheksyä.

2.2.1 Tuuli

Tuulen vaikutus aluksen paikallapitotarkkuuteen on merkittävin ulkoisista voimista. Tuulen vaikutus on verrannollinen aluksen vedenpäälliseen osaan eli tuulipinta-alaan ja muotoon sekä tuulen suunta ja voimakkuus aluksen suhteen. Aluksen keulasuunta sekä lähestymisreitti työkohteelle valitaankin lähes poikkeuksetta tuuliolosuhteiden mukaan siten, että alus käyttää mahdollisimman vähän tehoa keulasuunnan pitoon. Paikallapitokyvyn heiketessä tai menetettäessä aluksen tulisi ajelehtia työkohteesta pois päin.

2.2.2 Virta ja meren aaltoliike

Merivirrat sekä meren aaltoliike vaikuttavat alukseen ja sen vedenalaisen osaan eli vesilinjan alapuoliseen lateraalipintaan. Aluksen syväydellä, trimmillä ja pohjan muodolla on merkitystä ulkoisten voimien vaikutuksen voimakkuuteen. Voimakkuus ilmoitetaan tonneina tai DP-virtana laitevalmistajasta riippuen. Käyttäytyminen on täysin aluskohtaista. DP-operaattorin tulee aina ottaa huomioon työalueella vallitsevat vuorovesivirrat suunnitellessaan operaatiota, siitä huolimatta, että vuorovesivirtojen voimakkuus olisi heikompi juuri tällä työkohteella kuin toisella. Meren aaltoliike on helpommin selvitettävissä esimerkiksi visuaalisten havaintojen avulla. Aaltoliike on lähes poikkeuksetta verrannollinen tuulen suuntaan ja voimakkuuteen.

2.2.3 Muita alukseen vaikuttavia ulkoisia voimia

Yllä mainittujen ulkoisten voimien lisäksi tunnetaan monia muita tekijöitä, jotka vaikuttavat aluksen paikallapitokykyyn. Esimerkiksi PSV-alukset joutuvat huomioimaan lauttojen vedenalaisista rakenteista johtuvia pyörteitä ja virtoja, jotka poikkeavat muutoin alueella vallitsevista olosuhteista tai putkenlaskualue, jonka laskiessaan putkea on määrä ylläpitää tiettyä jännitettä putken vaurioitumisen estämiseksi. DP-

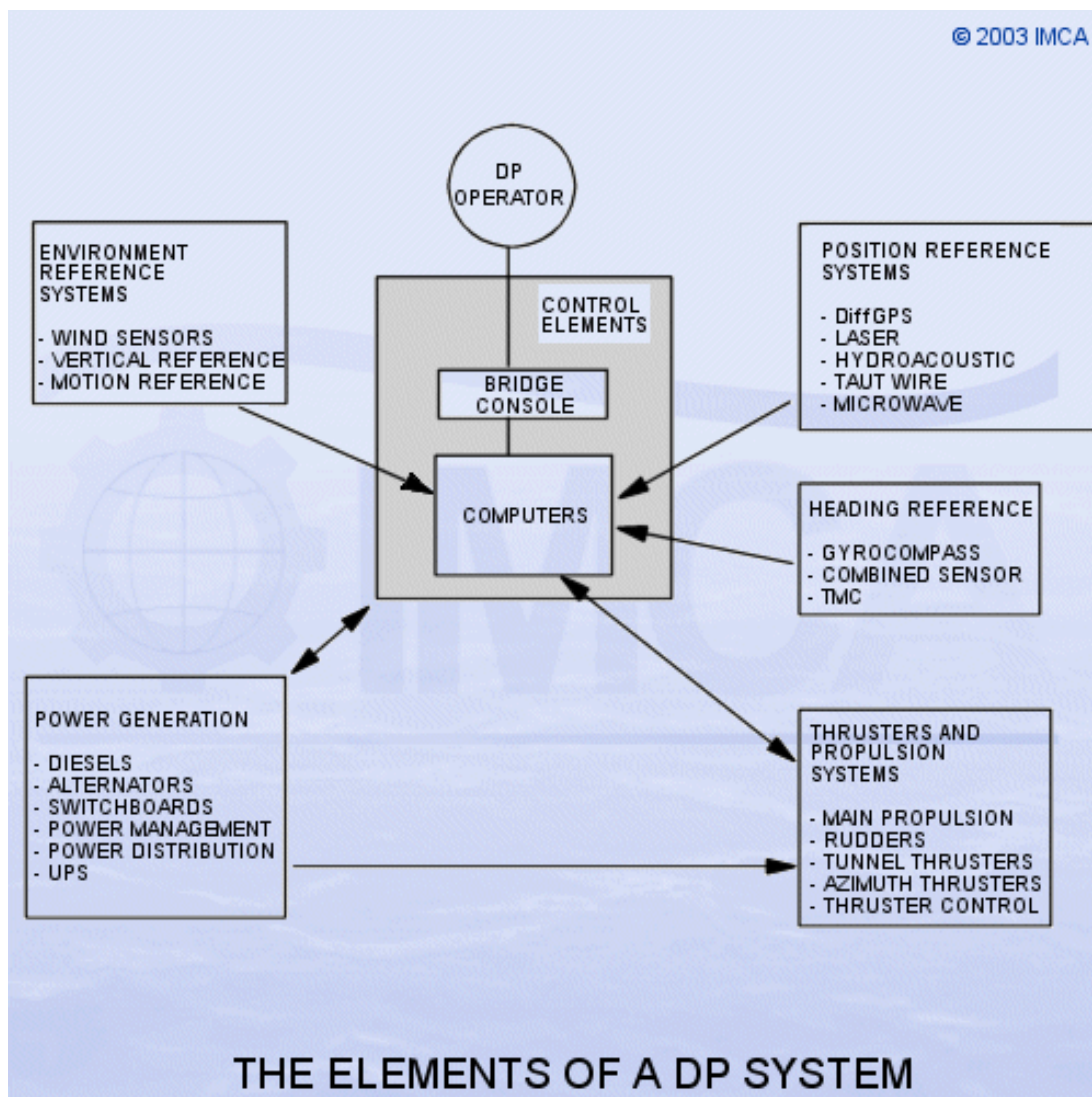
operaattorin tulee huomioida, että DP-järjestelmä ei itse kykene spesifioimaan ulkoisten voimien tuottajaa, vaan ilmoittaa yhtenä arvona kaikki runkoon niin vedenpäälliseen kuin -alaiseen osaan kohdistuvat voimat. Laittevalmistajasta riippuen käytetään termejä DP-virta (DP Drift) solmuissa tai relatiivinen voima (Relativ Force) tonneissa sekä tämän suureen tosisuunta.

2.3 Ulkoisten voimien mittaus (MRU/VRU/VRS)

Aluksen matemaattinen malli sekä useat paikkareferenssijärjestelmät vaativat toimikseen luotettavasti ja tarkasti tietoa alukseen vaikuttavista ulkoisista voimista. Säästä johtuvat ulkoiset voimat, jotka vaikuttavat aluksen paikallapitokykyyn, mitataan Motion Reference Unitin (MRU) tai Vertical Reference Systemin (VRS) ja tuulianturin (windsensor) avulla. MRU/VRS on 3-akselinen liikereferenssiyksikkö, joka mittaa aluksen jyskintää (pitch), keinuntaa (roll) ja kohoilua (heave) sekä näiden kiihtyvyyttä. Toinen käytössä oleva niin sanottu 2-akselinen liikereferenssiyksikkö, joka kykenee määrittämään aluksen jyskinnän (pitch) ja keinunnan (roll), kutsutaan nimellä Vertical Reference Unit (VRU). (Bray 2008, 18,32,80.)

Tuulen nopeuden ja suunnan mittaus tapahtuu anemometrillä eli tuulianturilla, joka on kytketty DP-järjestelmään. Anemometrit voidaan jakaa kahdenlaisiin laitteisiin: tuulen nopeutta mittaaviin ja tuulen painetta mittaaviin. Tuulen nopeuden ja paineen välillä on läheinen yhteys, ja molemmilla laitteilla saadaan tietoa näistä tuulen ominaisuuksista. Uudet DP-alukset on lähes poikkeuksetta varustettu painetta mittaavalla ultraäänituuliantureilla. Ultraäänituulianturin etu verrattuna perinteiseen kuplianemometriin on, että siinä ei ole liikkuvia osia ja lämmitetty varsi takaa toimintavarmuuden kylmissäkin olosuhteissa (Vaisala 2010). Tuuliantureiden sijoituspaikat on valittava siten, etteivät aluksen rakenteet aiheuta turbulenttisia virtauksia, jotka väärentävät mittaustuloksia. Yleinen käytäntö on asentaa tuulianturit vähintään aluksen molempiin päihin siten, että ne ovat esteettömästi alttiina tuulelle. Tuuliantureiden antamaa tietoa tulee tulkita varauksella operoidessa esimerkiksi porauslautan läheisyydessä, sillä sen rakenteet voivat vaikuttaa mittaustuloksiin aluksen operoidessa suojan puolella lautauksen katveessa. Lisäksi tuulisensorit tulee passivoida helikoptereiden operoidessa aluksen välittömässä läheisyydessä. (Bray 2008, 19–21.)

3 DP-JÄRJESTELMÄN RAKENNE



Kuva 2. DP-järjestelmän rakenne (IMCA 2010)

3.1 Tietokoneet

Proessorit, joita dynaamiseen paikannukseen kykenevä ohjelmisto käyttää, tunnetaan nimellä DP-tietokone. DP-tietokoneet luokitellaan niiden määrästä eli redundanttisuuden sekä toimintaperiaatteen mukaan. Modernit järjestelmät ovat tyypillisesti ethernetpohjaisia tai LAN-lähiverkkopohjaisia, joissa toimii muitakin aluksen

järjestelmiä kuten konevalvontajärjestelmä. Kaikissa DP-aluksissa DP-tietokoneet ovat vain ja ainoastaan DP-ohjelmiston käytettävissä (autonominen järjestelmä). (IMCA 2010.)

3.2 Työasema

Työasema on aluksen komentosillalla oleva laitteisto, jonka avulla DP-operaattori vastaanottaa ja lähettää tietoa. Työaseman tulee sisältää kaikki kytkimet, indikaattorit, hälyttimet ja näytöt, joita voidaan operaattorin olettaa tarvitsevan suorittaakseen aluksen turvallista DP-operointia (IMCA 2010). Hyvin suunnitellussa aluksessa ohjailuasema on siten asennettu, että operaattorin on helppo käyttää kommunikointivälineitä sekä muita komentosillan hallintalaitteita. Käyttäjän kannalta epäsuotuisimpia ovat alukset, joihin on jälkikäteen asennettu DP-järjestelmä kuten monet poijulastajat sekä vanhat porauslautat, joissa laitteisto on suljetussa huoneessa ilman näköyhteyttä merelle (Leino 2010, 172). Laitevalmistaja Kongsbergin K-Pos ja K-Master tuoterperheet ovat yleisimpiä käytössä olevia järjestelmiä, mutta muitakin laitevalmistajia on kuten ABB, Convertteam, MT, Navis, Nautronix ja Rolls-Royce. Eri järjestelmien tuntemus on etu työmarkkinoilla, sillä monissa työpaikkailmoituksissa vaaditaan kokemusta tietyn laitteistotyypin operoinnista.

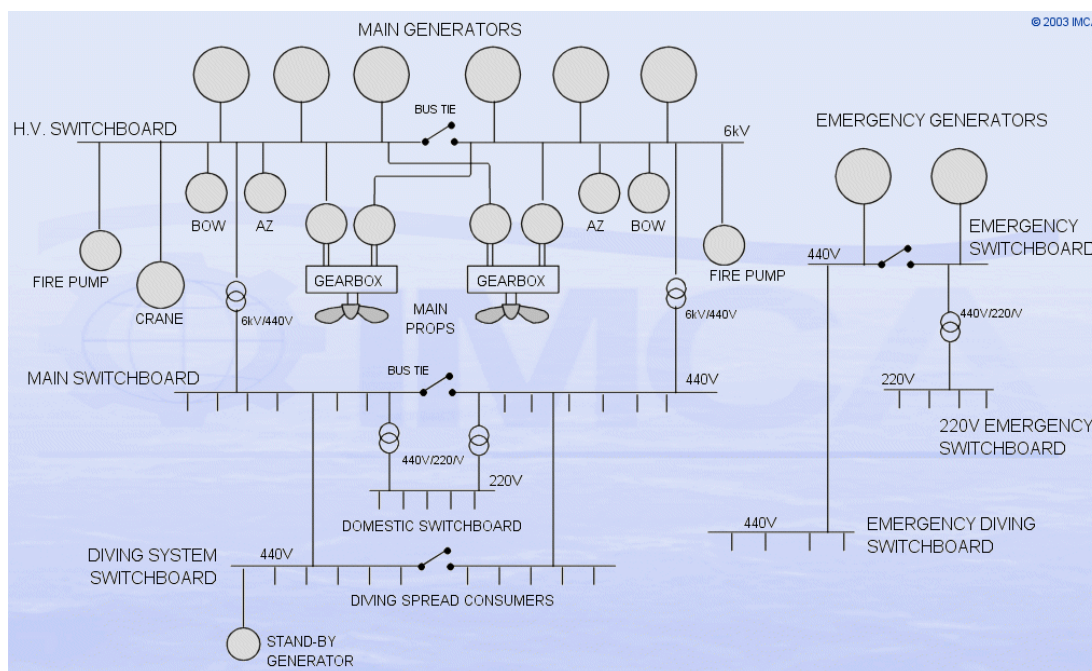
3.3 Paikkareferenssit

Paikkareferenssillä tarkoitetaan laitetta ja/tai laitteistoa, jonka avulla järjestelmä kykenee määrittämään paikkansa pohjan suhteen. Paikkareferenssien määrä ja laatu vaikuttavat siihen, minkä tyyppisiä operaatioita alus on kykenevä suorittamaan ja millä alueella alus kykenee operoimaan. Paikkareferenssien valinta ei ole yksinkertaista, operaattorin tulee tuntea eri järjestelmien vahvuudet ja heikkoudet, jotta hän kykenee yhdistelemään järjestelmiä siten, ettei niiden toimintaperiaate ole liian yhtenevä. Näin saatetaan estää tilanteet, joissa kahden tai useamman paikkareferenssijärjestelmän menettäminen johtuu samasta tekijästä.

IMO:n määräysten mukaan paikkareferenssijärjestelmät tulee rakentaa siten, etteivät ne lähetä paikkatietoa, mikäli järjestelmä havaitsee vian käytettävässä paikkareferenssijärjestelmässä. (IMCA 2007, 12.)

3.4 Aluksen energiantuotanto

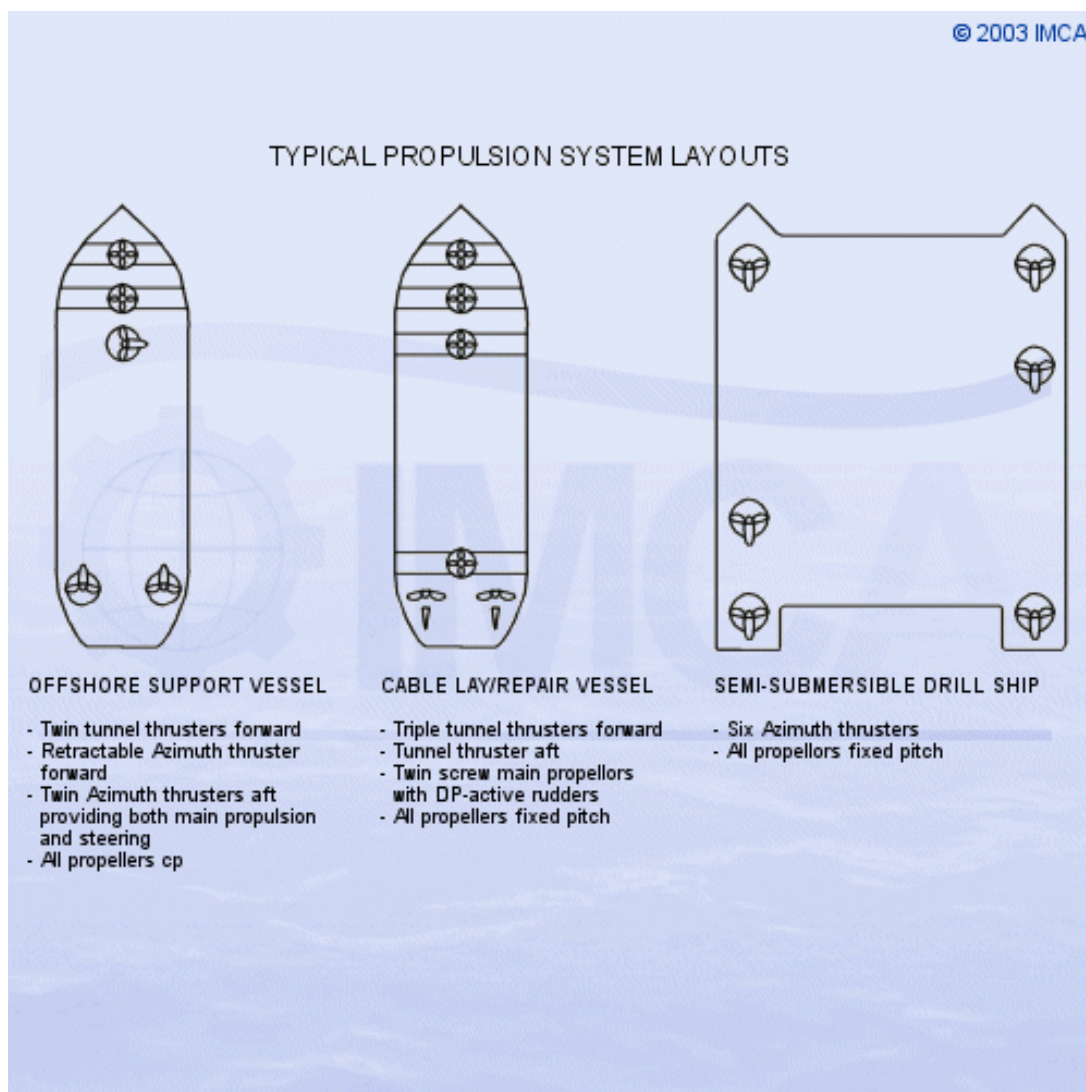
Paikallapitokyvyn edellytyksenä on keskeytymätön sähkövirran tuotto ja jakelu. Virtaa on tuotettava propulsiolaitteistolle, navigointijärjestelmille, aluksen yleiseen sähköverkkoon, DP-järjestelmälle sekä paikkareferenssijärjestelmille. Edellä mainituista järjestelmäkokonaisuuksista ylivoimaisesti eniten tehoa vaatii propulsiojärjestelmä. Aluksen käsittelyssä kuten suunnanmuutoksissa sekä suurta tehoa vaativissa komandoissa tulee käyttää harkintaa ”black outin” välttämiseksi. Esimerkiksi AutoPos-painikkeen käyttö ilman joystickilla suoritettua hallittua aluksen liikkeen pysäyttämistä voi johtaa koneiston ylikuormitukseen. Pääsääntöisesti DP-järjestelmällä varustetut alukset ovat dieselsähköisiä, ja sähkötaulut on aina siten suunniteltu, ettei yksittäisen pääkoneen menettäminen johda välittömään paikanmenetykseen. Luokan 3. aluksissa konehuone on jaettu vesi- ja palotiiviisiin osastoihin, jottei mahdollinen vuoto tai palo johda paikan menetykseen. Kaikissa DP-luokassa olevissa aluksissa on käytössä UPS-laitteisto, joka takaa järjestelmän päällä pysymisen sähkökatkoksesta huolimatta, vähintään 30 minuuttia. (Bray 2008, 31-32.)



Kuva 3. Aluksen energiantuotanto (IMCA 2010)

3.5 Propulsiolaitteisto

Aluksen propulsiolaitteistolla käsitetään konventionaalisia potkureita kiinteällä tai säädettävällä lapakulmalla, peräsintä tai peräsimiä, ohjailupotkureita ja atsimuuttipotkureita. Pääsääntöisesti DP-alukset ovat dieselsähköisiä, eli potkureiden työntöteho on säädeltävissä sähköisen vaihtovirtamoottorin avulla pääkoneiden toimiessa vakio kierrosnopeudella. DP-aluksen propulsio- ja ohjailukyky tulee mitoittaa siten, että alus kykenee kompensoimaan ulkoiset voimat. Tavallisesti tämä tarkoittaa sitä, että aluksessa on 2 tai useampi atsimuuttipotkuria yhdistettynä ohjailupotkureihin, potkureiden määrää lisäämällä saadaan lisättyä järjestelmän redundanssia. (Bray 2008, 97-99.)



Kuva 4. Aluksen propulsiolaitteisto (IMCA 2010)

4 PAIKANMÄÄRITYS

4.1 Aluksen paikanmäärityksen yleiset periaatteet

Paikkareferenssijärjestelmän tarkkuus, luotettavuus ja kyky tuottaa jatkuvaa paikkatietoa ovat ensisijaisen tärkeitä ominaisuuksia turvallisen ja tehokkaan operoinnin kannalta. DP-järjestelmä vaatii vähintään sekunnin välein päivittyvää paikkatietoa, jotta paikallapitotarkkuus on riittävä (IMCA 2010). Aluksen käyttötarkoitus ja luokitus vaikuttavat siihen mitä paikkareferenssijärjestelmiä alukselle on asennettu. Viisi yleisintä näistä järjestelmistä ovat HPR, Taut Wire, DGPS, Laser ja Artemis.

Aluksen DP-järjestelmä kerää ja yhdistää paikkatietoja yhdestä tai useammasta paikkareferenssijärjestelmästä. Moderneissa paikannusjärjestelmissä käytetään niin kutsuttua painokerroinjärjestelmää, jonka tehtävänä on arvioida kunkin paikkareferenssijärjestelmän lähettämän datan luotettavuutta. Luotettavalla datalla tarkoitetaan tietoa, jossa on pieni varianssi. Tätä tietoa pidetään arvokkaampana ja sille uskotaan suurempi painoarvo järjestelmän laskiessa paikkatietoa. DP-operaattorin on mahdollista säätää suurempi painoarvo haluamalleen paikkareferenssijärjestelmälle manuaalisesti. Modernilla DP-järjestelmällä on kyky oppia aiemmin kerätystä tiedosta Kalman-filtterin avulla. (IMCA 2010.)

Operaatioissa, joissa edellytetään järjestelmän redundanttisuutta (DP-luokat 2. ja 3.), on käytettävä riittävän useaa paikkareferenssijärjestelmää. Kaksi paikkareferenssijärjestelmää eivät välttämättä riitä, sillä toisen vioituessa ristiriitainen paikkatieto johtaa paikkatiedon tarkkuuden menettämiseen. Kolmella yhtäaikaisella paikkatiedon lähteellä järjestelmä hyödyntää äänestysperiaatetta (voting) valiten kaksi kolmesta ja hyläten yhden, mikäli työasema havaitsee laiteen lähettävän ristiriitaista paikkatietoa. Järjestelmä jatkaa dynaamista paikannusta kahden paikkareferenssijärjestelmän keskiarvolla kolmen sijasta. (IMCA 2010.)

Paikkareferenssijärjestelmien tuntemus on olennainen osa DP-operointia. Operaattorin tulee tuntea laitteiden rajoitteet, heikkoudet ja vahvuudet, jotta käytössä olevat järjestelmät toimivat oikein ja luotettavasti. Käyttäjän tulee valita käytettävät järjes-

telmät siten, että niiden syy-seuraussuhteet ovat poikkeavat vikatilanteessa, jotta vältytään koko järjestelmän kaatumiselta yhden tekijän vaikutuksesta.

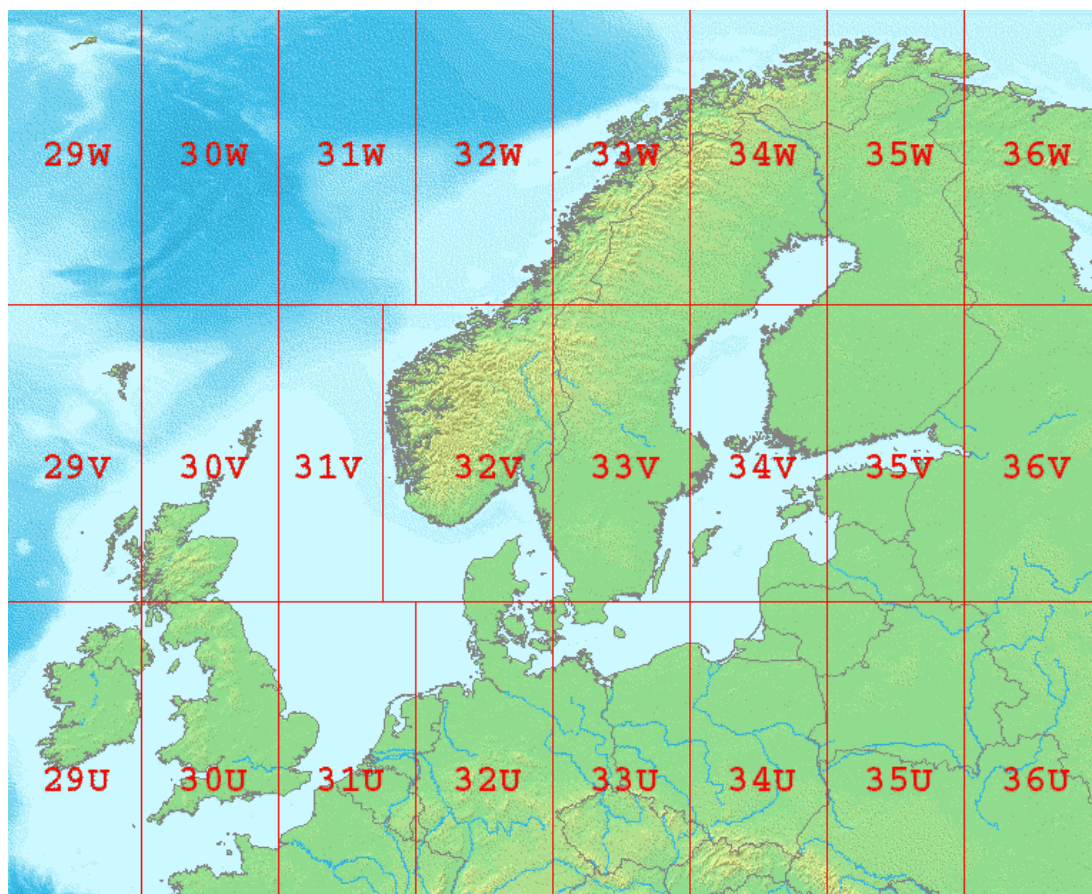
4.2 UTM

Universal Transverse Mercator (UTM) on käytännössä globaalin standardin asemaan päässyt poikittainen leikkaava lieriöprojektiio ja tasokoordinaatisto. UTM on määritetty Yhdysvaltain (USA) armeijan karttaviraston (National Geospatial-Intelligence Agency) toimesta alkujaan USA:n armeijan ja NATO:n käyttöön. UTM kattaa koko maapallon, ja sen käyttö on levinnyt myös sotilaspiirien ulkopuolelle. Karttaprojektion tarkkuus perustuu sen oikeakulmaisuuuteen. DP-operoinnissa UTM-koordinaatistoa hyödynnetään offshore-rakentamisessa, jossa käytössä on metrinen järjestelmä. Metrinen järjestelmä on yhteensopiva teknisen piirtämisen kanssa.

Maailma on jaettu kuuden asteen levyisiin projektiokaistoihin, jotka on numeroitu 1–60. Numerointi alkaa pituusasteesta 180 ja kasvaa kohti itää. Alue, joka jää läntisten pituusasteiden 174 ja 180 väliin, on kaista 1. Projektiokaistojen sisällä on määritelty suorakulmaiset koordinaatit, joita ilmoitetaan termeillä northing (etäisyys x-pisteestä pohjoiseen) ja easting (etäisyys x-pisteestä itään).

Eteläisellä pallonpuoliskolla leveyskoordinaatti on etäisyys päiväntasaajalta lisättynä valepohjoisella eli pohjoissiirtymällä, jonka arvo on 10 000 000 metriä. Pituuskoordinaatti on etäisyys kaistan keskimeridiaanista kohti itää lisättynä valeidällä eli itäsiirtymällä, jonka arvo on 500 000 metriä. Valepohjoisella ja -idällä vältytään negatiivisilta arvoilta.

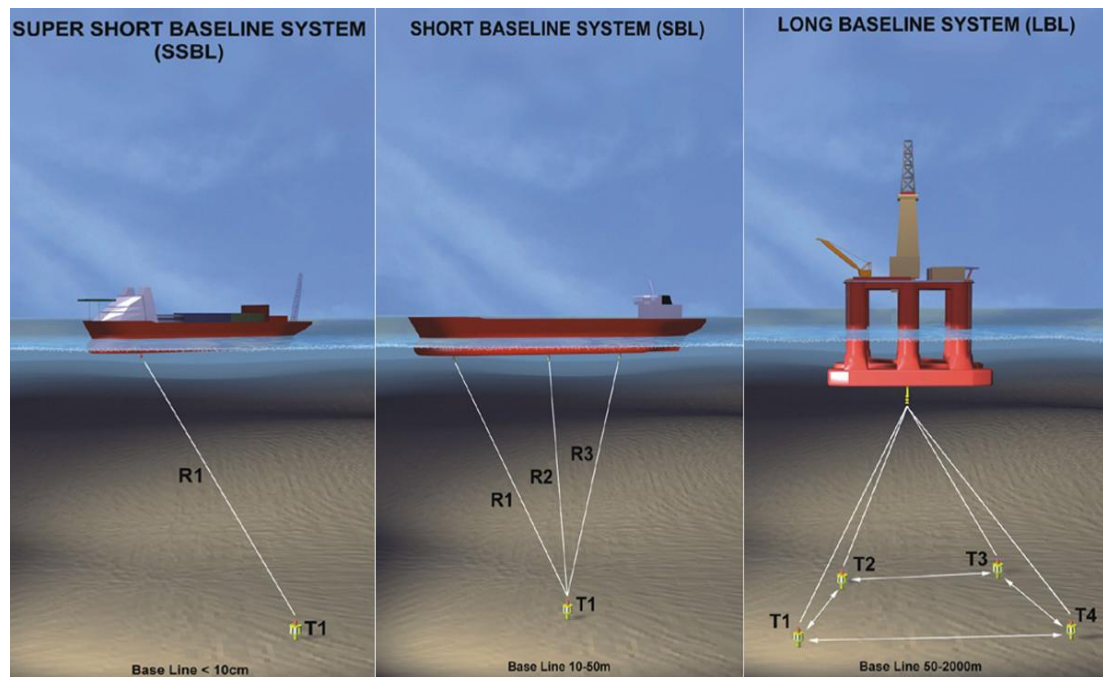
Esimerkiksi Rauman merikoulun sijainti voidaan ilmoittaa UTM-kaistan 34V (kirjain kertoo ruudun korkeuden) pohjoiskoordinaattina 6777674 metriä ja itäkoordinaattina 526166 metriä. Mikäli itäkoordinaatti olisi pienempi kuin 500000, kohde sijaitsisi kaistan keskimeridiaanista länteen.



Kuva 5. Pohjois-Euroopan UTM-koordinaatisto (Wikipedia 2010)

4.3 Hydroakustiset paikkareferenssijärjestelmät (HPR)

Hydroakustiseen paikkareferenssijärjestelmään kuuluu kolme pääosaa: meren pohjaan laskettava akustinen majakka (transponder), alukseen kiinteästi asennettu lähetin/vastaanotinyksikkö (transducer) sekä työasema, joka on sijoitettu DP-laitteiston yhteyteen. Paikanmääritys perustuu etäisyyden ja suunnan mittaamiseen transducerin ja transponderin välillä. Transducer lähettää akustisen signaalin määrätyllä taajuudella, johon samalla taajuudella toimiva transponder vastaa, ja järjestelmä laskee relatiivisen paikan laitteiden välillä. Aluksen rungon suunnan järjestelmä saa hyrräkompasseilta ja relatiivisen suunnan transponderin lähettämästä signaalista vaihesiirtymän avulla. Hydroakustisia paikkareferenssijärjestelmiä on kolme, niitä erottaa kantolinjan pituus.



Kuva 6. HPR-navigoinnin toimintaperiaatteet (Kongsberg 2010)

4.3.1 USBL ja SSBL

Ultra-short Baseline ja Super-short Baseline ovat toistensa synonyymejä, termin käyttö riippuu laitevalmistajasta. Järjestelmä koostuu yhdestä transducerista ja yhdestä transponderista. Transponder on akkukäyttöinen laite, joka on ohjelmoitu vastaamaan Transducerin signaaliin. Transducer on asennettu aluksen pohjaan, tyypillisesti se lasketaan 5 metriä aluksen kölin alapuolelle, näin minimoidaan potkureiden aiheuttama akustinen melu. Tarkan mittaustuloksen saaminen edellyttää hyvin kompensoitua MRU:ta (motion reference unit), sillä järjestelmä ei itse kykene määrittämään kulmaa, jossa transducer kulloinkin on (roll ja pitch). (Bray 2008, 78–80.)

4.3.2 SBL

Short Baseline-systeemissä transducerit (2-3) muodostavat aluksen pohjaan kantalinjan. Järjestelmä on tarkempi kuin USBL/SSBL-järjestelmä, mutta tarkkuus on tästä huolimatta riippuvainen aluksen MRU-yksikön tarkkuudesta. (IMCA 2010.)

4.3.3 LBL

Long Baseline –systeemissä transponderit muodostavat kantalinjan merenpohjaan. Tyypillisesti kantalinja koostuu viidestä transponderista, jotka on asetettu maantieteellisesti tunnettuun (ja kalibroituun) paikkaan. Poiketen USBL- ja SBL- systeemeistä laitteisto mittaa ainoastaan etäisyyttä transducerin ja transpondereiden välillä, jolloin MRU:n säädöistä johtuvaa virhettä ei tule. LBL soveltuu käytettäväksi syvissä vesissä. Järjestelmän heikkoutena, kuten muidenkin hydroakustikkaan perustuvien järjestelmien, on signaalien vääristyminen, johtuen erilaisista vedenalaisista, samalla taajuudella esiintyvistä äänistä. Erittäin syvissä vesissä järjestelmän päivittymisnopeuteen vaikuttavat myös veden ja äänen fysikaaliset ominaisuudet (suolapitoisuus, lämpötila). Äänen nopeus merivedessä on luokkaa 1 500 metriä sekunnissa. (IMCA 2010.)

4.4 Taut Wire

Taut Wire (jännitetty vaijeri) on paikkareferenssijärjestelmä, jossa tarkkaillaan vaijerin pituutta, kulmaa ja kulmakiiktyvyyttä suhteessa alukseen. Metodista on käytössä kaksi eri versiota, niin kutsutut vertikaalinen ja horisontaalinen taut wire. Järjestelmä soveltuu työkohteisiin, joissa operoidaan pidempiä aikoja paikallaan.

Vertikaalisen järjestelmän toimintaperiaate on, että vaijerin päässä oleva paino laskeaan aluksen ulkosivulta meren pohjaan, ja tämä kohta muodostuu referenssipisteeksi. Aluksessa on vinssijärjestelmä, joka säätää vaijerin jännitystä siten, ettei vaijeri taivu virran vaikutuksesta, mutta siten, ettei paino myöskään irtoa pohjasta tarkan mittaus tuloksen saamiseksi. Mittaaminen tapahtuu laskutaavetin juuressa olevalla mittalaitteella, joka laskee vaijerin kulmaa vähintään kahdesta suunnasta. Kulma muodostuu vaijerin ja maapallon painovoimakentän suuntaisen vertikaalin välille, jolloin etäisyys referenssipisteeseen on määritettävissä. Taut wire voi mitata kulmat myös suhteessa laivan runkoon, jolloin tarvitaan MRU/VRU:n lähettämää tietoa pitch- ja roll-kulmien vaikutuksen eliminoimiseksi. Järjestelmä on hyvin toimintavarma ja siksi laajasti käytössä. Rajoittavana tekijänä on operointisyvyys, joka rajoittuu 350 metriin vaijerin taipumisen vuoksi. Matalissa vesissä syvyys on rajoittavana

tekijänä, sillä kulma vaijerin ja vertikaalin välillä rajoittuu mekaanisesti 30 asteeseen. Aluksen siirtyminen muutamalla metrillä saattaa vaatia vaijerin noston ja laskun uuteen referenssipisteeseen. (Bray 2008, 92–93.)

Horisontaalisen järjestelmän toimintaperiaate on muuten vastaava kuin vertikaalisen, mutta referenssipiste sijaitsee jossakin tietyssä pisteessä merenpinnan yläpuolella. Järjestelmää hyödynnetään tilanteissa, joissa relatiivisella liikkeellä on merkitystä kuten poijulastauksessa. Toinen yleinen käyttökohte horisontaaliselle järjestelmälle ovat sillat esimerkiksi majoitusaluksen (flotel) ja kiinteänrakennelman (platform) välissä, jossa flotelin tulee säilyttää ennalta määrätty etäisyys platformiin.

4.5 Global Positioning System (GPS)

Global Positioning System eli GPS on Yhdysvaltain puolustusministeriön kehittämä ja rahoittama satelliittipaikannusjärjestelmä, viralliselta nimeltään Navstar GPS. Se on nykyään yleisimmin käytetty ja kattavin GNSS-järjestelmä (Global Navigation Satellite System). GPS:n kehitystyö aloitettiin 1970-luvun puolivälissä ja tarkoituksena oli luoda sekä sotilas- että siviilikäyttöön tarkka, reaaliaikainen ja yksisuuntainen paikannusmenetelmä. (Karlsson 2005, 168–171.)

GPS:n tarkkuus on siviilikäytössä vaakasuunnassa muutama metri. Korkeussuunnassa tarkkuus on n. 2–3 kertaa heikompi. 1. toukokuuta 2000 asti Yhdysvaltojen puolustusministeriö heikensi tahallisesti satelliittien siviilikäyttäjiin lähettämät ratatiedot ja kellon käyntitiedot (Selective Availability, SA), jota ennen siviilikäyttöön suunnattujen GPS-laitteiden keskimääräinen tarkkuus oli vaakasuunnassa 100 metriä ja korkeussuunnassa 156 metriä. Paikannusvirhettä tuovat satelliittien rata- ja kellovirhe, ilmakehä, monitieheijastuminen, satelliittigeometria, paikantimen virheet, tahallinen häirintä ja käyttäjän virheet. (Karlsson 2005, 172.)

Global Positioning System tarjoaa ominaisuuksiltaan loistavan paikkareferenssijärjestelmän aluksille, mutta sen tarkkuus ”raakatietona” ei valitettavasti riitä edes turvalliseen navigointiin. Raakatiedon tarkkuutta voidaan parantaa seuraavaksi esitetyn korjausmetodein.

4.5.1 Differential Global Positioning System (DGPS)

Differentiaalinen GPS kehitettiin SA-häirinnän aiheuttaman epätarkkuuden poistamiseen. Kun SA-häirintä oli päällä, paikannustarkkuus oli luokkaa 100 metriä, mikä ei mahdollistanut turvallista navigointia. Uusi tukiasema, niin kutsuttu referenssiasema, jonka sijainti oli tarkkaan tiedossa, laski SA-häirinnän aiheuttaman virheen kuuntelemalla satelliittien lähettämää dataa sekä vertaamalla sitä omaan tarkkaan paikkaansa. Näin saatiin laskettua virheen suuruus. Asemia jouduttiin kuitenkin perustamaan useita, sillä virheen suuruus vaihtelee eri paikoissa maapalloa. SA-häirinnän poistumisesta huolimatta DGPS-järjestelmä auttaa ilmakehän aiheuttamien häiriöiden korjaamisessa. DGPS:n alueellinen tarkkuus riippuu maa-asemien saatavuudesta sekä korjaussignaalin laadusta. (Leino 2010, 236–240.)

DP-operaattorin vastuulla on seurata satelliittien ja maa-asemien saatavuutta. Operoitaessa korkeiden rakennelmien lähellä tulee huomioida, että ne saattavat aiheuttaa katveja, jotka vaikuttavat DGPS-järjestelmän laatuun. GPS-vastaanottimet ilmoittavat paikannuksen tarkkuuden DOP-lukuna (Dilution of Precision). Kyseessä on puhdas suhdeluku, joka ei yksinään ole mikään ulkoinen tarkkuusarvo (Karlsson 2005, 173). DOP kertoo sijaintitarkkuuden suhteen GPS:n etäisyshavaintojen keskivirheeseen. Käyttäjä voi lukea viisi eri DOP-arvoa, jotka ovat G (geometrinen), H (horisontaalinen), P (paikka), T (aika) ja V (vertikaalinen). Näistä eniten merkitystä käytännössä on HDOP-luvulla, joka ilmaisee sijaintitarkkuutta vaakasuunnassa. Normaalisti HDOP-arvon tulee olla välillä 0,9–3,0 (maksulliset palvelut mahdollistavat tätäkin suuremman tarkkuuden, Veripos lupaa jopa alle 10 cm:n tarkkuuden 95 prosentille ajasta). Paikannustarkkuuden tästä saa kertomalla arvon DGPS-paikannuksessa satelliittiin mitatun etäisyyden keskivirheellä, joka on noin 1,0–1,5 metriä. Näin ollen, mikäli HDOP-arvo on 2,0, saadaan paikannustarkkuudeksi 3,0 metriä ($2,0 \text{ m} * 1,5 \text{ m}$). DP-järjestelmä äänestää ”ulos” GNSS-paikkareferenssijärjestelmän, mikäli HDOP-arvo on liian korkea tai korjaussignaalin paikkatieto on vanhentunutta (AoD). AoD (Age of Data) tarkoittaa intervallia sekunneissa, joka on kulunut siitä, kun aluksen GNSS-järjestelmä on vastaanottanut viimeisen kerran maa-asemalta saadun korjaussignaalin.

4.5.2 Relativ and Absolute Global Positioning System (R-GPS)

Relatiivinen GPS on tarkin tapa hyödyntää satelliittipaikannusjärjestelmää. Se perustuu vähintään kahteen samanaikaisesti mittaavaan laitteeseen, joilla koordinaattierot pisteiden välillä määritellään. UHF-taajuuksilla toimiva lähetin/vastaanotin -radio-laitteisto kommunikoi alusten välillä jakaen tietoa alusten GPS-paikasta ja tosisuunnasta. Jälkikäsitellylaskennalla voidaan poistaa yhteiset virhelähteet. Tätä järjestelmää hyödynnetään esimerkiksi FSO/FPSO-pojulastaajaoperaatioissa. Yleisin relatiiviseen paikannukseen perustuva järjestelmä on laitevalmistaja Kongsbergin DARPS (Differential Absolute and Relative Positioning Sensor). (Bray 2008, 73–75.)

4.5.3 GLONASS

GLONASS on Neuvostoliiton/Venäjän puolustusministeriön ylläpitämä satelliittipaikannusjärjestelmä. GLONASS on toimintaperiaatteeltaan GPS:n kaltainen. Jokaisella satelliitilla on oma radiotaajuus. Satelliittien lähettämää signaalia ei ole salattu eikä siihen ole lisätty keinotekoisia virheitä (vertaa GPS:n SA). Laitevalmistajien laitteistot ovat pääsääntöisesti yhteensopivia myös GLONASS-satelliittipaikannusjärjestelmän kanssa. (Leino 2010, 248–249.)

4.6 Lasersäteeseen perustuva paikanmääritys

Offshore-aluksilla on käytössä kahden eri laitevalmistajan kehittämää lasersäteeseen perustuvaa paikanmääritysjärjestelmää: Fanbeam (MDL) ja CyScan (Guidance Limited). Laitteiden toimintaperiaate on yksinkertainen. Kohteeseen kuten öljynporauslauttaan asennetaan heijasteet (reflector), joihin suuntaa ja etäisyyttä mitataan lähettin/tunnistinlaitteen avulla. Järjestelmän heikkoutena on sen rajoitettu käyttömahdollisuus huonolla säällä, mutta edullisesta hinnastaan johtuen järjestelmä on laajalti käytössä. (Leino 2010, 252–269.) Käyttäjä voi halutessaan valita yhden (single target) tai kaksi (multi-target) kohdetta. Kahden kohteen paikantamisen etuna on, että tällöin DP-järjestelmä saa myös aluksen keulasuuntatiedon, kun taas yhtä kohdetta käytettäessä järjestelmä toimii ainoastaan relatiivisena etäisyysmittarina.

4.7 Mikroaaltoon perustuva paikanmääritys

Mikroaaltoon perustuvia paikkareferenssijärjestelmiä ovat Artemis, RADius ja RadaScan. Artemis-järjestelmä koostuu kahdesta lähetin/vastaanotinasemasta: kiinteästä (fix) ja aluksella olevasta liikkuvasta asemasta (mobile). Paikanmääritys perustuu relatiivisen suunnan ja etäisyyden mittaamiseen näiden asemien välillä. Operaattorin aktivoitua järjestelmän kiinteän ja liikkuvan aseman signaalit synkronoituvat toisiinsa nähden. Kiinteän aseman laitteelle on asennettu ennalta määrätty perussuunta, yleensä tosipohjoinen. Liikkuva asema laskee poikkeaman kiinteän aseman perussuunnasta. Etäisyys lasketaan mittaamalla aika, joka kuluu signaalin kulkiessa liikkuvasta asemasta kiinteään ja takaisin. Järjestelmä toimii hyvin lähellä tutkien x-band (8,0–12,0 GHz) taajuutta, minkä vuoksi järjestelmä on altis tutkien aiheuttamille häiriöille. (Leino, 270–274.)

RADius ja RadaScan ovat samalla periaatteella toimivia relatiivisia paikannusjärjestelmiä kuin Artemis, mutta ovat rakenteeltaan kevyempiä ja pienitehoisempia.

RADius on Kongsbergin kehittämä laite, jonka tarkoituksena on tarjota käyttäjille mikroaaltoon perustuva laite optisen lasersäteiden sijaan.

5 DP-OPERAATIOT

Useimmat DP-järjestelmien käyttökohteet liittyvät offshore-kentillä tapahtuvaan öljyntuotantoon sekä tuotantojärjestelmien rakentamiseen (construction) ja tukemiseen (supply). Vuonna 1961 ensimmäinen porausalus CUSS 1 varusteltiin DP-järjestelmällä sen siirtyessä yhä syvempiin vesiin suorittamaan maankuoren porauksia ja kartoittamista. DP-automaatiosovellus yleistyi tuotantolautoissa sitä mukaa kun operaatiosyvyydet kasvoivat. Vasta 1980-luvun alussa DP-järjestelmä löi itsensä läpi useiden tapaturmien jälkeen. Huolto ja tukitoimintaa hoidettiin nimittäin perinteisillä valtamerihinaajilla, joiden paikallapitokyky oli verrannollien aluksenkäsittelijän ammattitaitoon. Vuonna 1990 perustettiin Dynamically Positioned Vessel Owners Association (DPVOA) -kattojärjestö, jonka tehtäväksi tuli laatia säännöt, joita offshore-alalla noudatettaisiin turvallisuuden parantamiseksi. Lopputulos on Maritime Safety Committee Circular 645, jonka mukaan kaikkien 1. heinäkuuta 1984 jälkeen rakennettujen DP-järjestelmällä varustettujen alusten tulee olla rakennettu.

Vuonna 1995 DVPOA yhdistyi International Association of Diving Contractors (AODC) järjestön kanssa muodostaen International Marine Contractors Association (IMCA). Tänä päivänä rahtaajat (client) tiedostavat riskit alusten operoidessa offshore-kentillä. DP-operaatiota suorittavat offshore-alukset ovat poikkeuksetta luokassa DP2. tai DP3., mutta tekniikkaa on alettu soveltaa myös ammattimerenkulun ulkopuolella. Tässä luvussa esitettävät DP-operaatiot ovat esimerkkejä siitä, miten ja mihin tietyillä ominaisuuksilla varustettuja aluksia hyödynnetään. On varsin tyypillistä, että alus on rakennettu esimerkiksi PSV-alukseksi, mutta mobilisoidaan telakalla Cable Lay -alukseksi, joten englanninkielinen termi ”multi-role function” kuvaa hyvin alusten soveltuvuutta tehtävään kuin tehtävään.

5.1 Huoltoalus (Platform Supply Vessel, PSV)

Huoltoalus on suunniteltu ensisijaisesti palvelemaan offshore-kentillä operoivia poraus- ja tuotantolauttoja. PSV-aluksille ominaista on suhteellisen suuri, tyypillisesti yli 1000 m²:n lastikansi, joka soveltuu konttien, putkien ja muiden raskaiden taakko-

jen kuljettamiseen (5–12 t/m²). Tämän lisäksi aluksen kannen alta löytyy tankkialuksille tyypillisiä lastisäiliöitä, jotka on voitu rakentaa haponkestävästä teräksestä ja jotka ovat varusteltu suojakaasujärjestelmällä. Lastitankeissa kuljetetaan makeaa vettä, polttoaineita, voiteluaineita, porausmutaa, sementtiä ja kemikaaleja. Lautalta satamaan, jota tässä yhteydessä kutsutaan baseksi (tukikohta), kuljetetaan puolestaan kaikki tuotteet, joita ei kyetä lautalla käsittelemään kuten porausprosessisissa ja aluksen toiminnassa syntyviä nesteitä. Suuren kansitilansa ansiosta tämän tyyppiset alukset soveltuvat myös hyvin öljyntorjuntakäyttöön (NOFO) sekä pelastus- ja sammutustehtäviin.

5.2 Ankkurointi- ja hinausalus (Anchor Handling Tug Supply, AHTS)

AHTS-alukset on tyypillisesti varustettu tehokkaalla vinssikalustolla, joka soveltuu öljynporaus- ja tuotantolauttojen hinaamiseen. Lautan ankkuroiminen hoidetaan AHTS-aluksella kuljettamalla lautan omat ankkurit haluttuun paikkaan. Aluksen peräkannen konstruktio helpottaa ankkuripoijujen ja ankkureiden nostamisen lautan siirtämisen yhteydessä. Operaatiosyvyyden kasvu on nostanut ankkurointikaluston painoa, minkä seurauksena AHTS-alukselle on tyypillistä suuri konetehto suhteessa muihin saman kokoluokan aluksiin. Alukset soveltuvat myös hyvin Rescue and Recovery (ERRV) -toimintaan. AHTS-aluksien yhteydessä on mainittava Bourbon Dolphin -aluksen kallistuminen ja uppoaminen Skotlannin pohjoispuolella, Shetlannin rannikolla 2007, joka johti kahdeksan merenkulkijan menehtymiseen. AHTS-alukselle suuntautuvan tulee perehtyä “The North West European Area Guidelines for the Safe Management of Offshore Supply and Anchor Handling Operations” –dokumenttiin ymmärtääkseen ankkurikäsitteilyn ominaispiirteet ja kyetäkseen turvalliseen operointikulttuuriin. Offshore-alalla on tyypillistä, että asiakas/rahtaaja vaatii, että aluksen henkilökunnalla on riittävästi kokemusta AHTS-operaatioista, esimerkiksi viisi porauslautan siirtoa (rig move) kuluneen 12 kuukauden aikana.



Kuva 7. AHTS REM Gambler (REM Offshore 2010)

5.3 Sukellusentukialus (Dive Support Vessel)

DSV-alukset on tyypillisesti varustettu nosturilla, jonka avulla kyetään laskemaan ja nostamaan sukeltajien tarvitsema kalusto veteen kannella olevan rakenteellisen aukon (moonpool) kautta. Korkeiden operointikustannuksien johdosta DSV-alukset on varustettu suurilla polttoainevarastoilla (bunkkeri) ja helikopterikentällä, minkä johdosta miehistö kyetään vaihtamaan ja tarvittavat tukipalvelut suorittamaan helikopterin avulla, ilman operaation keskeytymistä, jolloin mahdollistetaan pitkä toiminta-aika. Sukeltajat suorittavat monentyypisiä korjaus- ja kunnossapitotehtäviä sekä kartoitustöitä offshore-kentillä. Operointisyvyyksien kasvaessa sukeltaja joudutaan korvaamaan ROV:lla ja muilla miehittämättömillä laiteilla. Turvallinen operointi DSV-aluksella on kriittistä, sillä sukeltajat operoivat alukselta tulevan kaapeliletkuyhteen varassa. Sukellusentukioperaatioissa on noudatettava määräyksiä ohjailupotkureiden käytöstä ja huomioitava vedessä olevan umbilikaalin pituus suhteessa käytettävään propulsiovoimaan. Sukellusentukialuksissa ovat erilliset paineistetut tilat, joissa sukeltajat asuvat saturaatiosukellusten ajan.



Kuva 8. Sukellusentukialus REM Etive (REM Offshore 2010)

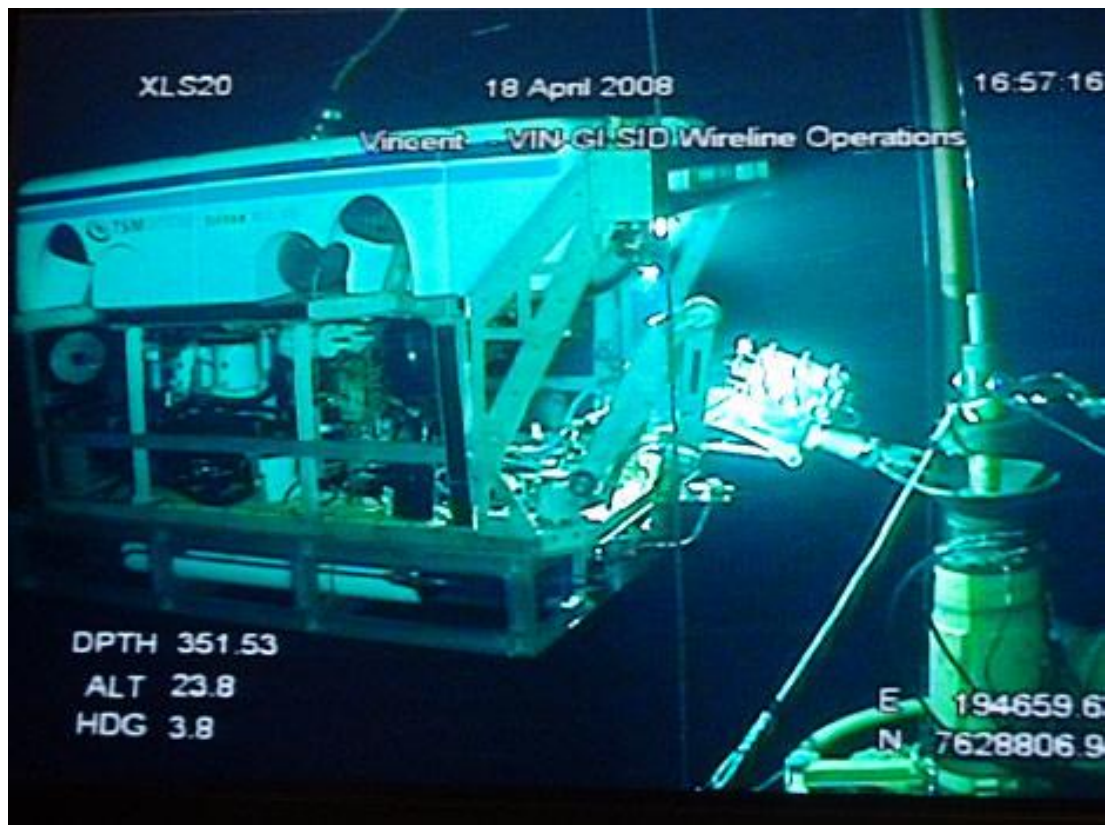
5.4 ROV-tukialus

ROV (Remote Operated Vehicle) eli kauko-ohjattu vedenalainen työrobotti suorittaa tutkimus-, kartoitus-, korjaus- ja kunnossapito-operaatioita, joita tuetaan MPSV- (Multi-Purpose Supply Vessel) eli monitoimialuksilla. Kuten DSV-alukset on MPSV-alukset varustettu raskaalla nosturikalustolla, jonka avulla kyetään laskemaan ja nostamaan ROV-kalusto veteen esimerkiksi kannella olevan rakenteellisen aukon (moonpool) kautta.

Ensimmäiset ROV:t rakennettiin 1960-luvulla suorittamaan tehtäviä, jotka katsottiin liian riskialttiiksi ihmisen miehittämille yksiköille. ROV:ssa on tarkoitukseen suunnitellut televisiokamerat sekä merivesivoimaiset hydrauliset käsivarret, jotka varustetaan tehtävään soveltuvalla työkalulla. ROV:n tehonsyöttö tapahtuu emäaluksesta umbilikaalin kautta. Nämä kaapeliyhteet ovat kevytrakenteisia ja koostuvat vain valokaapeleista ja vaijerista laitteen ohjausta sekä kameroita varten. Nykyisin laitteet toimivat itsenäisten tehoakkujen voimin, jolloin on voitu jättää pois vanhimmissa laitteissa käytössä olleet voimavirtakaapelit. Itse laitteessa ovat säätötankit ja yleensä vesisuihkupropulsion avulla toimivat ajomoottorit. Joissakin laitteissa on lisäksi 2–4 kappaletta pienikokoisia potkureita, joita käytetään kohteen lähellä tapahtuvaan tark-

kaan ohjailuun (flying), koska vesisuihkut voivat sotkea näkyvyyden. Useimpiin ROV:eihin kuuluu erillinen tukiasema, ns. talli (cage/garage), jossa laite viedään työkohteen lähelle; talli lasketaan veteen vaijerien varassa nosturilla ja sopivalla kohdalla ROV irrotetaan tallista ja se voi aloittaa operoinnin. ROV:t pystyvät työskentelemään jopa 500–600 metrin etäisyydellä tallista. Pohjan muokkaus- ja raivausoperaatioissa käytetään voimakkaita työ-ROV:eja.

ROV-operaattoria (pilot), joka on suorittanut ROV-tutkinnon, kutsutaan ROV Pilotiksi. Tehtävä ei vaadi turvallisuus- ja pelastautumiskurssien lisäksi muuta STCW:n mukaista koulutusta.



Kuva 9. Kuvaa, jota ROV lähettää tukialukselle (offshore-technology 2010)

5.5 Putkenlaskualus

Putkenlaskualuksen tarkoituksena on rakentaa merenalaista offshore-infrastruktuuria. Putkilinjoja rakennetaan tuotantolähteiden, manifoldien, lauttojen, säiliötankkereiden ja joissain tapauksissa maissa sijaitsevien jalostamoiden välille. Putkenlaskuoperaa-

tioita suoritetaan kahdentyypisillä aluksilla. Yleisempi vaihtoehto on suuren kansiti-
lan DP-alus, joka mobilisoidaan putkenlaskukalustolla. Kelalta (reel) laskettava putki
syötetään ohjainrampin kautta veteen. Tilanteissa, joissa putkea ei kyetä sen fysikaa-
listen ominaisuuksien johdosta lastaamaan kelalle (halkaisija yli 12 tuumaa) käyte-
tään raskaampaa putkenlasku- ja rakennus-alusta. Putket tuodaan proomuilla aluk-
seen, jossa ne hitsataan omalla tuotantolinjalla (firing line) yhtenäisiksi putkenlaskun
edetessä, tällä menetelmällä kyetään rakentamaan jopa halkaisijaltaan 60 tuuman
putkijana. Aluksen paikallapitokyvyn lisäksi putkenlasku aluksen tulee kyetä ylläpi-
tämään vaadittavaa vetoa laskettavassa putkessa.

Putkenlaskumetodit tunnetaan nimillä: S-Lay, J-Lay ja Reel-Lay laskutavan mukaan.
S-Lay tarkoittaa matalissa vesissä tapahtuvaa putkenlaskua, jossa rampin kulma suh-
teessa alukseen on pieni, samoin kuin kulma, jossa putki laskeutuu meren pohjaan. J-
Lay putkenlaskussa ramppi muodostaa jopa 90 °:n kulmassa olevan laskutornin. Suu-
ri putkenlaskukulma rajoittaa putken halkaisijaa, mutta mahdollistaa putken laskun
syvempiin vesiin. Reel-Lay on yleistermi putkenlaskulle, mutta sitä käytetään useasti
puhuttaessa joustavasta putkesta, jota mahtuu kelalle operaation vaatima määrämitta.
Suuria putkia joita käytetään kaas- ja öljyputkistoissa, kyetään lastaamaan rullalle
1–3 esihitsattua pätkää (joint), halkisijasta riippuen.



Kuva 10. Putkenlakualus Seven Oceans (offshore-technology, 2010)

5.6 Nosturialus

Nosturialukset on rakennettu raskaiden kuormien nostamiseen. Suurimpia DP-järjestelmällä varustettuja nosturialuksia käytetään offshore-rakentamiseen, esimerkiksi kiinteän öljynporauslautan nostamisessa perustuksilleen. Suuret alukset ovat usein puoliksi upotettavia (Semi-Submersible) vakavuuden parantamiseksi, mutta myös perinteisiä yksirunkoisia aluksia käytetään esimerkiksi pelastustoimintaan. Tunnetuimmat nosturialukset ovat Heerema yhtiön SSCV (Semi-Submersible Crane Vessel) Thialf, jonka nostokyky on 14 200 tonnia, mutta maailman raskaimman noston ennätys kuuluu kuitenkin Saipem-yhtiön omistamalle SSCV Saipem 7000:lle, joka nosti 12 150 tonnia asentaessaan Sabratha tuotantolautan Libyan rannikolla 2005.

5.7 Öljynporauslautat ja -alukset

Öljynporaukseen käytettäviä aluksia on kolmen tyyppisiä: Jack-Up Rig, Semi-Submersible Rig ja Drillship. Jack-Up Rig on öljynporauslautta/proomu, joka soveltuu matalissa vesissä tapahtuvaan poraukseen, käytännössä alle 120 metriin riippuen tukijalkojen pituudesta. Jack-Up-lautoissa ei tyypillisesti ole asennettuna DP-järjestelmää, sillä paikallaanpito perustuu merenpohjaan laskettaviin tukijalkoihin. Semi-Submersible- ja Drillship-alusten paikallapito puolestaan perustuu DP-järjestelmän käyttöön. DP-operoinnin kannalta haasteita tuo vaihtelevat sääolosuhteet ja niiden ennakoiminen. Porausoperaatioissa tulee määritellä turvallisen operoinnin rajat ja toimet poraustoiminnan lopettamiseksi on aloitettava siten, ettei riskiä hiilivetytuloisten aineiden pääsemisestä mereen ole (IMCA 2007, 29).

5.8 Poijulastaus sukkuatankkerilla

Monet offshore-öljykentät sijaitsevat niin kaukana merellä, että putkilinjaston rakentaminen ei suoraan kentältä jalostamolle tai terminaaliin ole kannattavaa. Tämän vuoksi offshore-kentiltä lastaavat öljytankkerit on varustettu DP-järjestelmällä. Sukkuatankkerilla suoritettava offshore-lastaus suoritetaan aina tuuliviiritoimintamoodilla (weathervane). Aluksen tulee lähestyä OLT:tä (Offshore Loading Terminal)

myötätuulen ja/tai myötävirran puolelta ja kiinnityttyään offshore-lastauspoijuun alus siirtyy lastaustoimintamoodiin.



Kuva 11. FPSO ja kelluva lastilinja (offshore-technology, 2010)

5.9 Floating Production, Storage and Offloading Unit (FPSO)

Öljyntuotanto-, varastointi- ja purkausaluksia hyödynnetään syvissä vesissä, joissa veden syväys ja/tai putkilinjaston rakentaminen on taloudellisesti kannattamatonta. Toinen etu saavutetaan ”sammuvilta” öljykentiltä, joihin ei kannata investoida kalliita kiinteitä tuotantolauttoja, vaan FPSO viedään kohteelle tarvittavaksi ajaksi ja tuotannon loppuessa se siirretään uudelle offshore-öljykentälle.



Kuva 12. Tuotanto ja varastotankkeri (offshore-technology, 2010)

5.10 Muita dynaamisen paikannuksen käyttökohteita

5.10.1 Risteilyalukset

Risteilyaluksia on alettu varustaa DP-järjestelmällä 2000-luvun alusta. Dynaamista paikannusta hyödynnetään kolmesta syystä risteilyaluksilla: manoveeraus, vihreä ankkurointi, keulasuunnanpito. Risteilyalusten koko on kasvanut valtavasti kuluneen vuosikymmenen aikana. Lisääntynyt tuulipinta-ala ja syväys vaikeuttavat aluksen käsittelyä, joten DP-järjestelmän avulla tapahtuva manoveeraaminen kapeiden ja pieneksi käyvien satamien vesissä lisää matkustajien, aluksen ja satamainfrastruktuurin turvallisuutta. Vihreällä ankkuroinnilla (green anchoring) tarkoitetaan risteilyaluksen paikallapitoa DP-järjestelmän avulla. Aluskoon kasvun myötä monien risteilykohteiden satamat ovat käyneet liian pieniksi eli satamaan tulo ei ole mahdollista esimerkiksi syvyyksen johdosta. Merenpohja ja sen haavoittuvan eliöstön johdosta ankkurointi voi olla alueella rajoitettu, jolloin ainoaksi vaihtoehdoksi jää DP-järjestelmän hyödyntäminen. DP-järjestelmän kykyä pitää määrätty keulasuunta hyödynnetään tuulensuojan tekemiseen aluksen ollessa ankkuroituna tai suorittaessa

dynaamista paikannusta matkustajien poistuessa aluksesta maihin vieviin pienempiin kuljetusaluksiin. (Bray 2008, 46-47.)

5.10.2 Puoliuppoava porauslautta (Semi-Submersible)

Semi-Submersible-aluksilla ja -proumuilla tarkoitetaan puoli-vedenalaista konstruktiota. Semi-Submersible-konstruktiota käytetään aluksissa, joilta vaaditaan hyvää vakavuutta ja merikelpoisuutta kuten öljynporauslautalta tai nosturialukselta (Bray 2008, 47–48). Rakenteestaan huolimatta tämäntyyppiset alukset ovat laivoja, joiden henkilöstöltä vaaditaan STCW-pätevyudet.



Kuva 13. Semi-Submersible (offshore-technology, 2010)

5.10.3 Puoliuppoava nosturialus

Heavy Lift -aluksia on suunniteltu kuljettamaan raskaita taakkoja, joita ei kyetä muutoin kuljettamaan tai nostamaan. Aluksen kykyä suorittaa dynaamista paikannusta hyödynnetään offshore-kentillä tapahtuvassa rakentamisessa. Yleisin tapa hyödyntää aluksen puoli-vedenalaista runkokonstruktioita on öljyntuotantolautan kuljettaminen offshore-kentälle ja sen laskeminen vedenalaisten perustusten päälle. Tätä operaatiota ei ole mahdollista suorittaa turvallisesti ilman DP-järjestelmän tuomaa paikallapito-tarkkuutta. Nostaminen ja laskeminen tapahtuvat aluksen painolastijärjestelmän avulla. (Dockwise 2010.)



Kuva 14. Nosturialus Blue Marlin ja Semi-Submersible (Dockwise 2010)

5.10.4 Ruoppausalukset

Satamien kulkuväyliä ruoppaavia aluksia on alettu varustaa DP-järjestelmällä. DP-järjestelmä auttaa ruoppaajan hallitsemista ja sen operointia yhdensuuntaisesti suunnitellun väylälinjan kanssa. (IMCA 2010.)

5.10.5 Sotilaskäyttö

DP-järjestelmää hyödynnetään sotilaskäytössä erityisesti miinanlasku- ja raivaustehävissä, joissa alus toimii emälaivana. Alus voi toimia myös ROV-toimintojen tukialuksena, mikä vaatii alukselta paikallapitotarkkuutta vedenalaisen operoinnin mahdollistamiseksi. (IMCA 2010)

6 DP-ALUKSEN OPEROINTI

6.1 Operaation suunnittelu

Operaation perinpohjainen tutkiminen ja paperille laadittu suunnitelma ovat ensisijaisen tärkeää, jotta aluksella voidaan operoida turvallisesti. Työsuunnitelma laaditaan yhdessä tilaajan ja muiden mahdollisten operaation osallistuvien osapuolien kanssa. Osapuolien tulee yhteisymmärryksessä hyväksyä työ- ja toimintasuunnitelma. Suunnitelmasta tulee ilmetä operaation kaikki vaiheet. Vaiheita tulee arvioida monesta eri näkökulmasta, ja suunnitelmassa pitää huomioida mahdollisimman kattavasti kaikki riskitekijät (Risk Assessment). Operointisuunnitelma koostuu esimerkiksi matkasuunnitelmasta kohteeseen, laitteiston esivalmisteluista, kohteen lähestymisoperaatiosta, työsuorituksesta ja työn päättämisestä sekä työkohteesta poistumisesta. Suunnitelman ehkä tärkeimpänä yksityiskohtana mainittakoon ”pakosuunnitelma”, järjestelmän toimintahäiriön tai vaaratilanteeseen johtavan tapahtuman seurauksena aluksen on päästävä turvallisille vesille. (Bray 2008, 49.)

6.2 Esivalmistelut ja operaatiopaikalle tulo

Esivalmistelut riippuvat pitkälti aluksen käyttötarkoituksesta. Jossain tilanteissa alus tarjoaa asiakkaalle työalustan, kun taas toiset tehtävät koostuvat useista haastavistaakin manoveeraussuoritteista. DP-operaattoreiden on hyvä huomioida seuraavia seikkoja esivalmistelujen yhteydessä:

- Sääolosuhteet työkohteessa. Asettaako operaation laatu kelirajoitteita. Tarjolla olevan säätiedon laatu ja luotettavuus. Virta ja vuorovesi. Rajoittaako aluksen syväys operointimahdollisuuksia.
- Onko työkohteessa mahdollisia esteitä tai rakenteellisia tekijöitä, jotka vaikuttavat aluksen manoveerausmahdollisuuksiin ja mahdollisen pakoreitin valintaan.

- Onko aluksen tehontuotto riittävää. Onko joitain ulkoisia tekijöitä, jotka vaikuttavat aluksen paikanpitoarkkuuteen.
- Mitä paikkareferenssijärjestelmiä käytetään operaation aikana ja onko niitä riittävästi operaation laatuun nähden. Onko aluksen järjestelmä riittävän redundanttinen, jotta operaatio voidaan suorittaa turvallisesti.

Näiden yllä mainittujen asioiden lisäksi jokainen operaatio sisältää paketin työlupia ja operaatiosuunnitelman. Lähes poikkeuksetta tilaaja on suorittanut aluksen arvioinnin ja osallistu merikokeisiin määrittääkseen aluksen tekniset ominaisuudet ja niiden soveltuvuuden omiin tarpeisiinsa. Esivalmistelu ja operaatiosuunnitelmat eivät saa jäädä paperille. Operaation aikana on hyvä esittää itselleen kysymys: Mitä jos? (Bray 2008, 49-50.)

6.3 DP-järjestelmän toimintamoodit

Sana moodi tarkoittaa toimintamallia, jonka perusteella aluksen käyttäytyminen ja hallinta on operaattorin ennalta tiedostamaa. Toimintamallien eroavaisuudet riippuvat käytettävistä paikkareferensseistä ja automaation tasosta. Toimintamoodien nimitykset ja toiminnot ovat laitevalmistajakohtaisia, joskin pääperiaatteeltaan samanlaisia. DP-järjestelmän käytössä oleva moodi osoitetaan operaattorille työkonsolissa olevalla merkkivalolla sekä näyttöruudulta. Seuraavassa laitevalmistaja Kongsbergin SDP-järjestelmän moodit (Modes-painike ryhmä).

6.3.1 Standby mode

Standby moodi on laitteiston alkuoletuskonfiguraatio, jonka aikana alusta ei pysty manoveeraamaan DP-laitteiston avulla. DP-laitteisto on päällä, mutta ennen kuin operaattori siirtyy käyttämään DP-järjestelmään perustuvaa aluksen ohjailua, tulee suorittaa seuraavia valmistelevia toimia:

- Määrittää aluksen kiertymiskeskkipiste
- Aktivoida vaadittavat hyrräkompassit
- Aktivoida vaadittavat tuulisensorit
- Aktivoida vaadittavat VRS:t (vertical reference systems)

- Aktivoida vaadittavat nopeussensorit
- Aktivoida vaadittavat syväyssensorit
- Aktivoida vaadittavat jännitettä mittaavat sensorit (esim. putkenlasku)
- Aktivoida käytettävät propulsiolaitteet

6.3.2 Manual mode

Manuaalimoodissa DP-järjestelmä on aktiivinen, ja operaattori suorittaa aluksen ohjailua käsin joystickin avulla. Joystickin avulla pystytään hallitsemaan kolmea liikesuuntaa: surge, aluksen liike pituusakselinsa suuntaisesti (ryntäily), sway, aluksen liike poikittaisakselinsa suuntaisesti (huojunta) ja yaw, aluksen kiertyminen pystyakselinsa ympäri eli keulasuuntaa (mutkailu). Käytännössä alus on manuaalimoodilla aina, kun kaksi tai vähemmän surge-, sway- ja yaw-toiminnoista on aktivoituna. Aktivoimalla kaikki hallittavat liikesuunnat DP-järjestelmä siirtyy automaattisesti Auto Position -moodille. DP-operaattorin tulee huomioida, että Surge ja Sway tarvitsevat vähintään yhden paikkareferenssin ja Yaw hyrräkompassin toimiakseen.

6.3.3 Auto Position mode

Auto Position -moodi tarkoittaa aluksen paikallapitoa halutussa positiossa. Aluksen paikallaolotarkkuus riippuu Gainistä. Mitä suurempi Gain, sitä pienempi on DP-järjestelmän suvaitsema positiopoikkeama. High Gain kuormittaa laitteistoa, ja näin ollen paikanmääritystarkkuus tulee valita tarpeen mukaan. Auto Position -moodilla on myös mahdollista muuttaa aluksen sijaintia, ja tätä muutosta kutsutaan termillä Position Control. DP-operaattorin tulee määrittää uusi positio ja myöntää järjestelmälle lupa paikanvaihtoon. Siirtymisnopeus ja aluksen liikeradat ovat operaattorin määriteltävissä ennen ja siirtymisen aikana. DP-operaattorin tulee huomioida, että AutoPos-painikkeen, kuten muidenkin liikesuuntia lukitsevien painikkeiden painaminen, johtaa DP-järjestelmän välittömään reagointiin. Käyttäjän tulee pyrkiä neutralisoimaan aluksen liike manuaalisesti ennen lukitsemista. Ääritapauksessa propulsiolaitteiston ylikuormittuminen johtaa blackoutiin. Siirryessä AutoPos -moodille on vältettävä antamasta järjestelmälle uusia komentoja ensimmäisten minuuttien aikana,

jotta järjestelmä kykenisi rakentamaan aluksen matemaattisen mallin vallitsevista olosuhteista.

6.3.4 Auto Area Position mode

Auto Area Position -moodissa DP-järjestelmä pitää alusta operaattorin määrittämän alueen sisällä, mahdollisimman pienellä tehonkulutuksella. Järjestelmä sallii aluksen ajelehtimisen ulkoisten voimien vaikutuksesta ja palaaminen määriteltyyn keskipisteeseen tapahtuu raja-arvojen ylittyessä. Käyttäjä määrittää alueen ja kolme hälytyksen antavaa raja-arvoa Area Pos Set-up -ikkunasta. Ennen Auto Area -moodille siirtymistä tulee suorittaa seuraavia valmistelevia toimia:

- Aktivoida vaadittavat hyrräkompassit
- Aktivoida vähintään yksi paikkareferenssi
- Valita määritelty alue näyttöruudulle (Posplot)
- Määrittää järjestelmän käyttämät vastavoimat (Bias forces)
- Aktivoida haluttu moodi painamalla Area –painiketta
- Aluksen keulasuuntaa tulee muuttaa suotuisaan suuntaan

6.3.5 Auto Track modes

Auto Track -moodissa alus liikkuu tarkasti ennalta määrättyä reittiä. Reitti määräytyy reittipisteistä (waypoint) ja DP-järjestelmä varmistaa, että eksymä on mahdollisimman pieni. Eksymään vaikuttaa nopeus, jolla alusta pyritään liikuttamaan. Operaation mukaan tulee valita sopiva liikkeiden kontrollointi-strategia, joka määrittää esimerkiksi nopeudet reitin eri vaiheissa. Kontrollipaneelistä voidaan valita operointistrategiaksi Auto Track Low Speed mode tai Auto Track High Speed mode. Operaattori voi halutessaan muuttaa strategiaa operaation edetessä.

Auto Track Low Speed -moodissa DP-järjestelmä käyttää maksimaalista konetehoja ylläpitääkseen erittäin korkean operointitarkkuuden. Operoija voi halutessaan muuttaa aluksen keulasuuntaa (Heading Change) liikkeen aikana. DP-järjestelmä muuttaa

nopeutta tarpeen mukaan esimerkiksi käännösten yhteydessä operointitarkkuuden säilyttämiseksi. Nopeus on rajattu kolmeen solmuun.

Auto Track High Speed -moodissa DP-järjestelmä pyrkii pitämään aluksen keulasuunnan reitin suuntaisena. Tarkkuus on verrannollinen aluksen nopeuteen ja vallitseviin ulkoisiin voimiin. Operaattori määrittelee vaaditut reittipisteet ja niiden ominaisuudet Track Editor- ja Track Setting -ikkunasta.

6.3.6 Autopilot mode

Autopilot -moodissa DP-järjestelmä ohjaa alusta ennalta määrättyä reittiä pitkin. Järjestelmä ohjaa haluttua keulasuuntaa ja kompensoi sorron ja virran vaikutuksen ulkoisen reittisuunnittelu ohjelman kautta (esim. Simrad Planning Station). Nopeudenmuutokset operaattori voi halutessaan tehdä joystickin tai konekäyttöä avulla.

6.3.7 Follow Target mode

Follow Target Moodissa alus seuraa automaattisesti meressä olevaa kohdetta. DP-järjestelmän automatiikka ja meren pohjassa oleva liikkuva kohde kuten ROV viestii keskenään hydroakustisen paikkareferenssisysteemin (HPR) avulla. HPR:llä mitataan aluksen pohjassa olevan lähettimen lähettämän akustisen signaalin kulkua suhteessa merenpohjassa olevan ROV:n transponderiin. Referenssisysteemi tulee valita siten, että alus pystyy operoimaan Follow Target -moodilla. Esimerkiksi Taut Wire vaatii noston ja laskun aluksen siirtyessä.

6.3.8 Weather Vane/Loading mode

Weather Vane -moodissa DP-järjestelmä pitää aluksen paikallaan suhteessa kohteeseen kuten SPM. Aluksen DP-järjestelmä pyrkii ulkoisten voimien kompensointiin ja antaa aluksen liikkua kiertymiskeskusteen ympärillä (SPM), määritetyn etäisyyden

päässä. Keulasuunta määräytyy siten, että tuulen, virran ja aallokon vaikutus on aluksen pituusakselin suuntainen.



Kuva 15. Poijulastaaja ja Single Point Mooring (offshore-technology, 2010)

7 TOIMINTAHÄIRIÖIDEN ENNALTAEHKÄISY

DP-järjestelmän toimintahäiriöiden ennaltaehkäisyä on tutkittava luotettavuustekniikan avulla. Luotettavuustekniikka on suunnittelumenetelmä, jolla pyritään varmistamaan aluksen ja siihen kuuluvien koneiden sekä järjestelmien luotettavuus eli toimintavarmuus, kun alusta käytetään määritetyllä tavalla. Luotettavuustekniikan menetelmillä käsitellään järjestelmän koko käyttöikä, ja se sisältää kehityksen, testaamisen, valmistuksen ja käytön. Kiteytettynä luotettavuus voidaan nähdä aluksen koko elinkaaren aikaisena laatuna.

Luotettavuustekniikka on alkanut kehittyä jo 30-luvulla tilastollisen laadunvalvonnan myötä. 1940-luvulla Robert Lusser on esittänyt luotettavuuslaskennan perusväittämän: Useista osista koostuvan järjestelmän luotettavuus on osien luotettavuuksien tulo, mistä seuraa, että järjestelmän luotettavuus on pienempi kuin sen heikoimman osan luotettavuus. (Pulkkinen 2005.) Tähän tosiasiaan pyritään vastaamaan aluksen kriittisten järjestelmien kahdentamisella (duplex) tai jopa kolmentamisella (triplex).

7.1 FMEA (Failure Modes and Effect Analysis)

Kaikki DP-luokassa olevat alukset käyvät läpi vika- ja vaikutusanalyysin. Vika- ja vaikutusanalyysin tarkoituksena on paljastaa sellaiset viat, joiden seurauksilla on merkittävä vaikutus kohteen suorituskykyyn tai kriittisiin toimintoihin. Kyseessä on kvalitatiivinen luotettavuusanalyysimenetelmä, joka keskittyy laitteiston komponenttivikojen tunnistamiseen ja vikojen seurausten arviointiin. (Pulkkinen 2005.) Analyysin soveltuu hyvin aluksen tarkkailuun, mutta siinä piilee myös heikkouksia. Analyysin kvalitatiivisesta luonteesta johtuen huollon ja ihmisen vaikutus vikojen syntyyn ei huomioidu. Toinen puutteellinen tekijä on, että vikoja tarkastellaan toisistaan riippumattomina: osittaisia ja samanaikaisia vikoja sekä yhteisvikoja on vaikea tarkastella. (VTT 2010.)

Vika- ja vaikutusanalyysi on luokituslaitosten, vakuuttajien ja rakennusurakoitsijoiden hyväksymä analyysimetodi, osoittamaan aluksen meri- ja operointikelpoisuutta. Aluksella on oltava dokumentti suoritetusta analyysistä ja se on uusittava määräajoin.

7.2 Consequence Analysis

IMO:n määräysten mukaan DP-luokan 2. ja 3. aluksissa on oltava DP-operaation aikana käytössä reaaliaikainen järjestelmän toimintaa kartoittava valvontaohjelma (Consequence Analysis Software). Ohjelmisto kykenee analysoimaan pahinta mahdollista syy-seuraussuhdetta teknisen vian vahingoittaessa aluksen tehon- tai propulsio- tuottokykyä. Tavallisesti ohjelmisto kartoittaa minuutin välein aluksen sähkötaulut sekä propulsio- tuottoon vaikuttavat laitteet ja koneet. Ohjelmiston havaittua vian, joka vaikuttaa aluksen paikallapitokykyyn ja/tai keulansuunnan menetykseen, antaa järjestelmä hälytyksen ”Consequence analysis drift-off alarm”. (Bray 2008, 31.)

7.3 Kalman Filter

Kalman Filter (KM) on rekursiivinen tilaestimointialgoritmi eli digitaalinen suodattintyyppi. Suodatin kykenee estimoimaan dynaamisen järjestelmän tilaa aikaisempien mittaustulosten perusteella, vaikka nämä sisältäisivät kohinaa ollen epätasaisia. Digitaalinen suodatin käsittelee signaalia pelkästään laskutoimitusten avulla, jotka ovat kuvattavissa matemaattisen algoritmin avulla. (Simon 2010.) Kalman Filter käyttää uuden estimaatin luomiseen ainoastaan viimeisintä mittausta, sillä kaikki aiempi relevantti tieto tallentuu rekursiivisesti kovarianssimatriisiin. Kovarianssimatriisi tarkoittaa kahden muuttujan välisen riippuvuuden mittaamista ja niiden matemaattista taulukointia. Kalman Filterin tehokkuus ja erinomainen soveltuvuus DP-järjestelmään perustuu sen laskennalliseen tehokkuuteen.

DP-järjestelmän Kalman Filter käyttää hyväkseen aluksen tunnettua matemaattista mallia, arvioidessaan aluksen suuntaa, paikkaa ja nopeutta kolmessa vapaassa liikesuunnassa: surge, sway ja yaw (Leino 2010, 163). Operaattorin tulee huomioida, ettei

aluksen matemaattinen malli ole täydellinen. Malli on mittaustulosten ja merikokeiden perusteella aluksesta luotu teoreettinen käyttäytymiskaavio. DP-eroinnin aikana Kalman-filtteri tallentaa kovarianssimatriisiin tietoja täydentäen aluksen matemaattista mallia ja näin saavutetaan entistäkin parempi paikallapitotarkkuus. Aluksen asettumisella vallitseviin olosuhteisiin tarkoitetaan mittaustulosten keräämistä kovarianssimatriisiin.

Aluksen turvallisen operoinnin kannalta Kalman-filtteri on korvaamaton. Mikäli aluksen paikkareferenssit menetetään, DP-järjestelmä kykenee jatkamaan paikallapitoa aiempien mittaustulosten perusteella. (Leino 2010, 167.)

7.4 DP Capability Plot

DP-aluksen teoreettinen toimintakykykaavio (Liite 1) laaditaan matemaattisesti laskemalla merikokeiden yhteydessä. Teoreettinen toimintakykykaavio kertoo operaattoreille, varustamolle ja rahtiajalle aluksen käyttäytymiseen liittyvää kallisarvoista tietoa. Taulukko määrittelee aluksen paikallaanpitokyvyn eri olosuhteissa. Alusta operoivien ja/tai yhteistoiminnassa olevien tahojen tulee laatia riskianalyysinsä ja turvallisuusohjeensa näiden aluksen operointikykyä osoittavien parametrien perusteella. Varustajan tulee huomioida, että matemaattisesti laadittu toimintakykykaavio on viitteellinen ja sitä tulee täydentää DP Footprint Plotin antamalla tiedoilla. (IMCA 2009, 11-12.)

7.5 DP Footprint Plot

Aluksen päällikön ja vahdissa toimivien operaattoreiden tulisi aina kun mahdollista täyttää aluksen käyttäytymiseen liittyvää tietoa. Tiedon keruu tapahtuu DP Footprint Plot -nimisellä merkintä lomakkeella. Lomakkeen täyttäminen palvelee kahta tarkoitusta: lomakkeen avulla vahtipäällystö pystyy kartoittamaan aluksen paikallaanpitokykytarkkuuden ja toisaalta Footprint Plotin vertaaminen aluksen Capability Plotiin antaa mahdollisuuden kehittää ja parantaa tuntemusta aluksen todellisesta paikallaanpitokyvystä. DP-operaattoreiden ja varustamon tulee huomioida, että käytännös-

sä saadut tulokset menevät etusijalle ja erojen syyt tulee kartoittaa. Uuden Capability Plotin laatiminen on ensisijaisen tärkeää, mikäli voidaan osoittaa, ettei aluksen käyttäytyminen vastaa tätä. (IMCA 2009, 12.)

7.6 Redundanssi

Redundanssi on ylimäärää, joka DP-järjestelmässä ilmenee rinnakkaisina järjestelminä. Vian kohdatessa järjestelmä kykenee jatkamaan toimintaansa ilman häiriötä (IMCA 2009, 7). IMO määrittelee vaatimukset redundanssin määrästä ja laadusta ”MSC/Circ.645 - Guidelines for Vessels with Dynamic Positionin Systems” -asiakirjassa. Luokkien määritelmät ovat seuraavat:

DP-luokka 1.

Yksittäinen vika saattaa johtaa paikallaanpitokyvyn menettämiseen.

DP-luokka 2.

Yksittäinen vika aktiivisessa komponentissa tai järjestelmässä, kuten generaattorissa, thrusterissa, sähkötaulussa tai kauko-ohjattavassa venttiilissä jne., ei johda paikallaanpitokyvyn menettämiseen. Passiivisen komponentin tai järjestelmän kuten sähkökaapelin, putkiston tai manuaalisesti operoitavan venttiilin vika saattaa johtaa paikallaanpitokyvyn menettämiseen.

DP-luokka 3.

Yksittäinen vika aktiivisessa komponentissa tai järjestelmässä ei johda paikallaanpitokyvyn menettämiseen, sisältäen mahdollisuuden yhden vesi- ja palotiiviin osaston tuhoutumisen.

Yksittäiseksi viaksi luetaan myös aluksen työntekijän huolimattomuudesta johtuva häiriö. (IMCA 2010.)

7.7 Luokituslaitokset

DP-aluksia luokittavat luokituslaitokset käyttävät runkona omille loukkamerkinnöilleen IMO:n MSC/Circ.645 - Guidelines for Vessels with Dynamic Positionin Systems” –asiakirjaa, tämän lisäksi luokituslaitoksilla on omia luokan asettamia vaatimuksia (supplements). Alla esitetyssä taulukossa on esitelty eri luokituslaitosten merkintätavat ja niiden vastaavuus IMO:n standardien kanssa (IMCA 2009, 8-9). Harmaalla merkityt kentät, ovat aluksia, jotka täyttävät luokkavaatimukset. Valkoisella olevat kentät aluksia, joilla on automaattisen paikallaanpidon mahdollistava laitteisto, mutta eivät sovellu ammattikäyttöön.

Taulukko 1. Luokituslaitosten luokkamerkinnät (IMCA 2009, 9)

IMO Equipment Class	LR	DNV	ABS	GL	BV	KR
No equivalent	DP (CM)	No equivalent	DPS-0	No equivalent	Dynapos SAM	
No equivalent	No equivalent	DYNPOS AUTS	No equivalent	No equivalent	No equivalent	
Class 1	DP (AM)	DYNPOS AUT	DPS-1	DP 1	Dynapos AM/AT	DPS(1)
Class 2	DP (AA)	DYNPOS ATR	DPS-2	DP 2	Dynapos AM/AT R	DPS(2)
Class 3	DP (AAA)	DYNPOS AUTRO	DPS-3	DP 3	Dynapos AM/AT RS	DPS(3)

Yllä oleva taulukko ei ole tyhjentävä. Taulukossa esitetään otos merkittävimpien luokituslaitosten merkintätavoista. Luokituslaitos, joka ei kuulu edellä mainittuihin, voi myöntää aluksen DP-luokan ja merkitä sitä haluamallaan tavalla, mutta kriteereiden tulee täytyä IMO:n säädösten mukaan. (IMCA 2009, 9.)

8 DP-OPERAATTORI

DP-operaattori on aluksen kansipäällystöön kuuluva henkilö, jolla on STCW:n mukainen meripäällystön tutkinto sekä DP-operaattorin lisäpätevyystodistus. STCW:n mukaista koulutusta antavat auditoidut korkeakoulut ja jossain tapauksissa 2. asteen koulut (esim. perämiehenammattitutkinto suomessa). DP-operaattorin pätevyyskirjat myöntää Nautical Institute, poikkeustapauksena joidenkin vanhojen pätevyyskirjojen kohdalla Norwegian Maritime Directorate voi myös uusita ne (Leino 2010, 344).

8.1 Koulutus

Koulutus toteutetaan IMO:n ”MSC Circ.738 – Guidelines for dynamic positioning systems (DP) operator training” ja IMCA:n ”M 117 – Training and experience of key DP personnel” –asiakirjojen mukaan. Varustajan, aluksen päällikön sekä koulutusta antavan laitoksen on tunnettava myös IMCA:n ”C 002 Rev. 1 – Competence assurance and assessment: Guidance document and competence tables: Marine Division” –dokumentti, joka määrittää pätevyys- ja pätevyyskirjavaatimukset kaikille Offshore sektorin toimihenkilöille. DP-operaattorin pätevyyskirjaan oikeuttavaa koulutusta voidaan pitää 4-vaiheisena (Liite 2): johdatus dynaamiseen paikannukseen kurssi (DP Basic), 30 päivän meriharjoittelu DP-luokan 2. tai 3. aluksella (Seagoing Familiarisation Watchkeeping), syventävä kurssi (DP Advanced) ja dokumentoitu näyttö kuuden kuukauden vahdinpidosta ja aluksen päällikön suositus soveltuvuudesta toimia DP-operaattorina (IMCA 2006, 7).

8.1.1 Basic-kurssi

Osallistumisvaatimuksena dynaamisen paikannuksen perusteiden kurssille on STCW:n mukainen vahtiperämiehenkirja. Kurssin tarkoituksena on perehdyttää opiskelija dynaamisen paikannuksen periaatteisiin. Opiskelijan tulee tuntea laitteiston tekniikka ja toimintaperiaate, paikkareferenssijärjestelmät sekä tunnistaa hälytyk-

set ja varoitukset (IMCA 2006, 27). Hyväksytysti suoritettu kurssi antaa opiskelijalle oikeuden lähteä suorittamaan aluksella suoritettavaa harjoittelua. Kurssitodistuksen lisäksi opiskelijalle myönnetään DP-lokikirja (Dynamic Positioning Operator's Log Book).

8.1.2 Aluksella suoritettava harjoittelu

Hyväksytyt DP-Basic kurssin jälkeen opiskelijan tulee hakeutua ohjattuun, yleensä palkattomaan harjoitteluun alukselle, jolla on vähintään luokan 2 edellyttämä laitteisto. Harjoittelun kesto on 30 päivää (4 viikkoa), jonka aikana harjoittelijan tulee osoittaa tuntemusta ja kiinnostusta DP-operointia kohtaan. Harjoittelu suoritetaan aluksella vallitsevan käytännön mukaan. Aluksen tyypillä ja operaatioilla, joita alus suorittaa, on merkitystä harjoittelun laatuun. DP-lokikirjan sivuilta 3-6 löytyy luettelo niistä toimenpiteistä, joita harjoittelijan tulee suorittaa ja osoittaa hallitsevansa harjoittelun päätteeksi. Operaation laadusta johtuen on selvää, ettei esimerkiksi kaikkia eri paikkareferenssijärjestelmiä tule käytettyä, mutta tämä ei ole este hyväksytyt harjoittelun suorittamiselle. Toteuttamatta jääneet suoritteet tulee kirjata DP-lokikirjaan ja opiskelija on velvollinen osoittamaan tietämyksensä näistä suorittamattomista asiakokonaisuuksista seuraavan 6 kuukauden aikana.

8.1.3 Advance-kurssi

Syventävän/simulaattorikurssin tarkoituksena on syventää opiskelijan tuntemusta järjestelmää ja sen käyttöä kohtaan. Kurssilla harjoitellaan operaatiosuunnitelman laatimista sekä suunnitelman mukaan operointia. Kurssilla tutustutaan myös poikkeamien syntyyn ja niihin reagoimiseen. IMCA on kerännyt vuosien ajan poikkeamalomakkeen avulla tietoja vahingoista ja läheltä piti -tapahtumista. Tapahtumien syitä ja seurauksia sekä niiden ennalta ehkäisyä tutkitaan osana kurssia niin ikään. Hyväksytyt kurssin jälkeen opiskelijan on mahdollista työskennellä nuorempana DP-operaattorina (JDPO). Rajoittamattomaan DP-operaattorin todistukseen vaaditaan, että opiskelija suorittaa liitteen 2 mukaisen harjoittelusuunnitelman.

8.1.4 Muita kursseja

Offshore-sektorilla käsitellään lähes poikkeuksetta öljytuotteita. Opiskelijalla on hyötyä tankkerialan kokemuksesta, ja lastinkäsittelyyn perehdyttävät kurssit on suositeltavaa suorittaa (ylempi öljy/kaasu/kemikaali). On kuitenkin kursseja, joita Suomen merenkulun koulutuskeskukset eivät tarjoa, mutta niitä vaaditaan lähes poikkeuksetta DP-operaattoriksi aikovalta. Useassa tapauksessa vaihdot suoritetaan helikopterilla. Edellä mainitussa tapauksessa vaaditaan lisäpätevyyskirjoja. Kattavin offshore-alan turvallisuuteen perehdyttävä kurssi on BOSIET (Basic Offshore Safety Induction and Emergency Training), joka sisältää HUET (Helicopter safety and underwater escape) -kurssin. Lähimmät hyväksytyt koulutuskeskukset löytyvät Norjasta ja Hollannista.

8.2 Vahdinpito

Vahdinpito aluksella, joka suorittaa dynaamista paikannusta, voi olla järjestetty monella eri tavalla. Vahdinpitokäytäntöön vaikuttavat operaation laatu sekä varustamon ja tilaajan turvallisuusjohtamiskäsikirjan mukaiset vaatimukset. Tavallisesti aluksen miehitykseen kuuluu kaksi kokeneempaa (SDPO) eli aluksen kapteeni ja yliperämies ja kaksi nuorempaa (JDPO) operaattoria eli perämiehet, jotka ajavat vahtia siten, että SDPO ja JDPO muodostavat parin. Poikkeuksiakin löytyy, nimittäin osa öljy-yhtiöistä vaatii, ettei kapteeni osallistu DP-vahdinpitoon, vaan on käytettävissä jatkuvasti tilanteen vaatiessa. Samaa käytäntöä noudatetaan myös esimerkiksi sukellusentukitoiminnassa. Joissain tapauksissa koko vahtia ajavalta päällystöltä vaaditaan rajoittamattomat DP-operaattorin pätevyyskirjat. Vakuutusyhtiön edustajana toimiva tarkkailija (Warranty Surveyor), joka valvoo, että aluksella noudatetaan hyvää merimiestapaa ja toimitaan ISM koodin mukaan, on tätä päivää (Leino 2010, 342). Operaation ja miehityksen laadusta huolimatta tietyt lainalaisuudet pätevät kaikkiin aluksiin. Ensinnäkin vahtia ajetaan vuoroin DP-konsolilla ja vuoroin yleisupseerina, joka hoitaa esimerkiksi radiopäivystystä ja merkinnänpitoa. Vahtiparit vaihtavat toimenkuvaansa tunnin välein ja konsolia valvovan operaattorin tulee olla tietoinen vähintään seuraavista asioista:

- Aluksen paikka ja keulasuunta

- DP-järjestelmän ja sen lisälaitteiden tila
- Tiedot käytettävästä paikkareferenssijärjestelmästä
- Tiedot varalla olevista paikkareferenssijärjestelmistä jos ilmenee vikaa
- Redundanssin taso
- Operaation vaihe ja tulevat muutokset aluksen kannalta
- Operaation vaihe ja tulevat muutokset esim. sukellustoiminnan kannalta
- Vallitsevat sääolosuhteet ja sääennuste
- Sisäinen ja ulkoinen viestintäjärjestelmä
- Liikenne ja liikenne rajoitteet operointi alueella
- Mahdolliset helikopterioperaatiot

Yllä oleva luettelo on suuntaa antava. Usein lista on hyvin yksityiskohtainen operoijien vaatimusten mukaan. (Bray 2008, 56)

8.3 DP-operaattorin lokikirja

DP-operaattorin lokikirjalla tarkoitetaan henkilökohtaista lokikirjaa, johon merkitään meripalvelun kesto, vakanssi, aluksen tyyppi jne. DP-operaattorin lokikirjaa ei tule sekoittaa peruskurssilla jaettuun lokikirjaan, joka on osa DP-operaattorin pätevyyskirjaprosessia. DP-operaattorin lokikirja on tilattavissa IMCA:n nettisivuilta.

8.4 Incident form

IMCA (ja sen edeltäjä DPVOA) on kerännyt vuodesta 1991 poikkeamalomakkeen avulla tietoja vahingoista (Accident) ja läheltä piti (Near Miss) -tapahtumista. Tapah- tumien syitä ja seurauksia sekä niiden ennalta ehkäisyä tutkitaan ja analysoidaan. Tu- lokset julkaistaan vuosittain. IMCA:n merenkulun hallintokomitea (Marine Division Management Committee) on määrittänyt viisiportaisen raportointiasteikon (lomake ladattavissa imca-int.com sivustolta) raportoinnin helpottamiseksi:

1. DP Incident (poikkeus/välikohtaus), automaattisen DP-kontrollin menettämi- nen tai muu vastaava poikkeama, jonka johdosta järjestelmä menee ”Red Alert” -tilaan.

2. DP Undesired Event (ei-toivottu tapaus), häiriö jonka johdosta järjestelmä muuttuu epävakaaksi, mutta ei johda paikan menetykseen. Järjestelmä menee ”Yellow Alert” -tilaan.
3. DP Downtime (häiriöaika), tarkoittaa ongelmia paikanpitotarkkuudessa ja DP-järjestelmän paikanpitokyvyn luotettavuuden alenemista. Johtaa operaation keskeyttämiseen vian kartoittamiseksi.
4. DP Near-Miss (läheltäpiti), haitallinen tapahtuma, joka on vaikuttanut paikallapidon suorituskykyyn, tehokkuuteen, luotettavuuteen tai redundanssiin, mutta tilanne ei ole eskaloitunut vastaamaan luokan 1., 2. tai 3. tilannetta. Läheltä piti -tilanne syntyy esimerkiksi nostokraanan peittäessä lasersäteeseen perustuvan paikanmäärittämiseen vaadittavan suoran näkyvyyden lähettimen ja vastaanottimen välillä.
5. DP Hazard Observation (mahdollisen vaaraan huomioiminen), olosuhteet, joiden voidaan olettaa eskaloituvan läheltä piti -tilanteeksi tai jopa vakavammaksi poikkeamaksi. (IMCA 2009, 42.)

9 TERMISTÖ

A

Acceleration – Kiihtyvyys

Fysikaalinen suure, joka kuvaa kappaleen nopeuden muutosta tietyssä ajassa.

Acoustics – Akustinen

Nimitys paikanmäärityslaitteistolle, jonka toimintaperiaate perustuu äänen kulun mittaamiselle.

Adjustment – Sääto

Sääto, jolla pyritään optimaaliseen parametriin

Alignment – Asettuminen

Laitteiston kyky sopeutua vallitseviin olosuhteisiin, sekä siihen kuluva aika.

Allocate – Kohdentaa

DP-järjestelmä laskee kuinka paljon yksittäinen propulsiovoimaa kehittävä yksikkö vaatii tehoa, jotta operointi tapahtuu optimaalisesti.

Allowed – Sallittu.

Termillä tarkoitetaan DP-järjestelmän sisäisiä rajoituksia ja tai sallittuja toimintoja.

Alternative Rotation Point (ARP) – Valinnainen kiertymiskeskkipiste

Operaattori voi halutessaan muuttaa aluksen kiertymiskeskkipistettä haluttuun paikkaan. Lähtökohtaisesti aluksen kiertymiskeskkipiste on perpentikkelipituus/2 ja suurin leveys/2.

American Bureau of Shipping (ABS)

Vuonna 1862 perustettu Amerikkalainen luokituslaitos, joka on erikoistunut alusten ja vedenpäällisten rakennelmien luokitukseen.

Anchor Pattern – Ankkurimuodostelma

Hallitaan aluksen paikkaa ja keulasuuntaa. Koostuu 6-16 ankkurista.

Anemometer – Anemometri

Anemometri on mittalaite tuulen tai muun ilmavirtauksen nopeuden mittaamiseen, ja se on yksi DP-järjestelmässä käytettävistä laitteista. Termi on peräisin kreikan kielen tuulta merkitsevästä sanasta anemos

Approach – Lähestyminen

Lähestyminen, joka tapahtuu asteittain aluksen saapuessa työkohteelle.

Argo

Radioreferenssisysteemi, joka hyödyntää sekä kiinteitä, että liikkuvia radioantenneja.

Arrival alarm – Saapumishälytys

Hälytys, jonka järjestelmä antaa aluksen tullessa ennalta määrätylle etäisyydelle waypointista.

Artemis

Referenssisysteemi, joka perustuu kahteen mikroaaltotaajuudella toimivaan antenniin, joita kutsutaan asemiksi. Toinen asema on kiinteä, esimerkiksi tuotantolautta, jonka paikka tiedetään. Näin ollen laivassa oleva asema kykenee laskemaan suuntaa ja etäisyyttä tunnettuun, kiinteään asemaan.

Athwartship – Aluksen rungon poikittaissuuntaisesti

Atmospheric diving suit (ADS)

Sukelluspuku, jolla voidaan operoida jopa 700 metrin syvyydessä.

Audible - Kuuluva

Ääneen perustuva signaali.

Auto Area Position Mode

Toimintamoodi, joka pitää aluksen määritetyn alueen sisällä.

Automatic Radar Plotting Aid (ARPA)

Tutka jossa toisen aluksen liiketekijät ratkaistaan tutkan omalla tietokoneella ja jossa sekä oman että toisen aluksen like voi näkyä esimerkiksi tutkalle integroidun kartta-pohjan päällä.

Autopilot Mode

Toimintamoodi, joka pitää määritetyn keulasuunnan.

Auto Position Mode

Toimintamoodi, joka pitää aluksen määritetyssä positiossa.

Auto Track High Speed Mode

Toimintamoodi, joka ohjaa alusta ennalta määritetyn reitin perusteella (nopeus jopa 15').

Auto Track Low Speed Mode

Toimintamoodi, joka ohjaa alusta ennalta määritetyn reitin perusteella (nopeus alle 3').

Auto Track Modes

Toimintamoodi.

Auto Heading – Automaattinen keulasuunnanpito

Auto Positioning (AutoPos)

Automaattinen paikallaanpito

Auto Sail

Toimintamoodi, jonka avulla alus pysyy tarkasti reitillä kahden reittipisteen välillä. Vastaa autopilottia, mutta tarkkuus on parempi.

Auto Slowdown – Automaattinen järjestelmän hidastuminen

DP-järjestelmän ominaisuus, jonka avulla se pystyy havaitsemaan putken tai kaapeleihin kohdistuvan jännityksen muutoksen. Raja-arvon ylittyessä järjestelmä keventää jännitystä nopeuden muutoksella.

Auto Speed – Automaattinen nopeus

Toimintamoodi, jonka avulla aluksen nopeus pysyy vakiona.

Auto Tracking – Automaattinen reittiajo tai seuranta

Axes/Axis – Akseli

Liikesuunnat/vapausasteet

Azipod (Azimuth Podded Drive)

Atsimuuttipotkuri, ruoripotkuri tai kääntöpotkuri on laivoissa käytettävä potkuriyksikkö, joka on käännettävissä sen pysty akselin suhteen. Potkuriyksikkö kääntyy 360°, joten potkuriyksikkö korvaa perinteisen peräsimen. Järjestelmä on toteutettu sijoittamalla sähkömoottori itse yksikköön tai akseleihin ja kulmavaihtein toteutettu voimansiirto aluksen koneilta. Yksikkö sisältää sähköisen vaihtovirtamoottorin, jota ohjataan taajuusmuuntimella. Työntövoimaa voidaan kasvattaa suulakkeen avulla.

B

Backing – Tuulen tai virran suunnanmuutos

Back-up – Varajärjestelmä

Barge – Proomu

Tasapohjainen raskaan tavaran kuljetukseen rakennettu alus.

Barred Zones

Rajoitetut suunnat, joihin aluksen propulsiolaitteisto ei saa tuottaa työntövoimaa. Rajoittavana tekijänä voi olla esimerkiksi sukeltaja laitteineen.

Base Line – Kantalinja

Hydroakustinen kalibroitu paikannusjärjestelmä, jonka muodostaa merenpohjassa olevat transponderit ja aluksen pohjassa olevat transducerit.

Bias Mode – Vastakkain toimiminen

Kahden tai useamman azipodin käyttö vastakkaisiin suuntiin, jotta saavutetaan hyvä liikkeiden kontrollointi.

Blow Out Preventer (BOP)

Hydraulinen sulkuventtiili öljyputken juuressa sekä lautalla, jonka avulla pystytään sulkemaan putki.

Bow Loading System (BLS)

DP-järjestelmällä varustetuissa tankkereissa oleva keulalastaus laitteisto.

Bureau Veritas (BV)

Vuonna 1828 Antwerpenissä perustettu monikansallinen luokituslaitos, joka on erikoistunut alusten luokitukseen.

Bus – Väylä

Tietokonetekniikassa alijärjestelmä, joka siirtää tietoa tai virtaa tietokoneen osille tietokoneen sisällä tai koneiden välillä.

C

Cable Laying – Kaapelin laskeminen

Cable Tension Compensation/Monitoring

Laskettavan kaapelin jännityksen monitorointi, joka tapahtuu automaattisesti Auto Track toimintamoodin kanssa kaapelia laskettaessa.

Centre Of Rotation (COR) – Kiertymiskeskipiste

Kiertymiskeskipiste, jonka ympärillä alus kiertää. Piste voi olla esimerkiksi aluksen kannen läpi menevä rakenteellinenreikä ns. moonpool, josta on laskettu sukelluskello.

Classification Society – Luokituslaitos

Luokituslaitos on tavallisesti säätiö muodossa toimiva organisaatio, joka määrittelee merenkulkulaitteiston ja rakenteeseen liittyvät määräykset ja valvoo, että niitä noudatetaan. Säätiön tarkoituksena on turvata ihmishenkiä, ympäristöä ja omaisuutta tarkastamalla alusten teknistä kuntoa.

Configuration – Kokoonpano

Järjestelmän rakenne/kokoonpano.

Consequence Analysis – Syy-seuraussuhde

Kausaliteetti, syy–seuraussuhde eli kahden tapahtuman suhde, jossa toinen aiheuttaa toisen. Toinen tapahtuma on tällöin syy ja toinen seuraus. Aluksen järjestelmän on näin ollen valvottava jatkuvasti miten mahdollinen vika vaikuttaa muihin kriittisiin toimintoihin. Single Failure kriteerin ylittyessä järjestelmä hälyttää.

Constant – Vakio

Muuttumaton/Vakio, joka on matemaattisessa lausekkeessa esiintyvä luku, jonka arvo ei muutu.

Counterforces – Vastavoimat

Aluksen tuottamat voimat (propulsio), joiden avulla hallitaan ulkoisia voimia (tuuli, virta, aalto).

CyScan

Laitevalmistaja Alstomin kehittämä ja markkinoima relatiivinen paikkareferenssisysteemi, joka perustuu laser tekniikkaan.

D

DARPS (Differential Absolute and Relative Positioning System)

Laitevalmistaja Kongsbergin valmistama DGPS:n kaltainen paikkareferenssijärjestelmä, jolla mitataan kahden kohteen välinen suhteellinen ja absoluuttinen paikka. Tätä sovellusta hyödynnetään offshore lastinkäsittelyssä esimerkiksi tankkerin ja FPSO:n välillä.

Datum – Datum

Datum on geodesiassa käytetty vertausjärjestelmä. Vaakadatumia (johon yleensä viitataan sanottessa datum) käytetään kaksiulotteisessa paikanmäärittämisessä ja korkeusdatumia korkeuden määrittämisessä. Karttaprojektit ja kartoissa käytettävät koordinaattijärjestelmät perustuvat datumeihin. GPS-järjestelmä käyttää maailmanlaajuisista WGS84-datumia, eli laite näyttää koordinaatit WGS84-datumiin perustuen latitudeina (leveysaste) ja longitudeina (pituusaste/meridiaani).

Dead Reckoning – Merkintälasku

Merkintälasku, joka perustuu aluksen tunnetun paikan suhteen tapahtuvasta liikkeestä saatuun uuteen paikkatietoon (DR pos).

Det Norske Veritas (DNV)

Vuonna 1864 perustettu Norjalainen luokituslaitos, joka on erikoistunut alusten ja vedenpäällisten rakennelmien luokitukseen ja teknisen kunnon valvontaan.

DGPS (Differential Global Positioning System)

Differentiaalinen GPS-paikannus on GPS-paikannuksen alueellinen tarkennusmenetelmä. Se käyttää tarkkaan paikannettuja kiinteitä maa-asemia, jotka mittaavat GPS-signaaleista alueellisen paikannusvirheen ja välittävät paikannukseen korjaustiedon DGPS käyttäjän vastaanottimeen.

Dive Support Vessel (DSV) – Sukellustukialus

Doppler Log

Doppler-ilmiöön perustuva aluksen nopeus mittaamiseen käytettävä hydroakustinen laite. Doppler-ilmiöön mon aaltoliikkeen taajuudessa, vaiheessa tai aallonpituudessa tapahtuva näennäinen muutos, joka johtuu aaltojen lähteen ja havaitsijan liikkeestä toisiinsa nähden. Lähestyvä kohde painaa lähettämiään impulsseja lyhyemmiksi, etääntyvä vetää ne pitemmiksi.

DP (Dynamic Positioning)

Dynaaminen paikanmääritys, aluksen paikan tietokoneavusteisen ylläpidon hallintajärjestelmä.

DP Class – DP-Luokka

DP-luokka. Tarkoittaa luokituslaitoksen sille myöntämää luokkaa eli erinäisiin vaatimuksiin perustuvaa arviointi menetelmää siitä millä toimintavarmuudella alus kykenee operoimaan.

DP Capability Plot - Toimintakykykaavio

DP-järjestelmän toimintakykykaavio. Kaavio on matemaattinen malli aluksen kyvystä selviytyä ulkoisia voimia vastaan ylläpitääkseen riittävän paikallapitotarkkuuden tai menettämättä paikkaansa.

Drift Angle

Virran kulma, joka havaitaan eroavaisuutena headingin ja trackin suunnan välillä ajettaessa automaattisella reittiajolla.

Drilling Platform

Poraukseen käytettävä lautta. DP-järjestelmän ja ankkureiden varassa kelluva tai kiinteä merenpohjaan perustettu rakennelma, jossa poraukseen tarvittava kalusto.

Drum-lay

Putkenlaskutapa, jossa putkea lasketaan aluksessa olevasta kelasta.

Duplex

Tarkoittaa DP2-luokan alusta, jossa on kahdennettu DP-järjestelmä.

E

Easting

UTM koordinaatiston nollapisteestä itään (metreinä)

Emergency Shutdown and Disconnect (ESD)

Järjestelmä, joka reagoi sulkemalla laitteistoja sen havaitessa niissä toimintahäiriön.

Environment Reference Sensor (ERS)

Yhteinen nimitys laitteille, jotka mittaavat ympäristövoimia.

External force – Ulkoiset voimat

Ulkoisilla voimilla tarkoitetaan tuulta, virtaa ja aaltoja sekä muita mahdollisia rasituksia, jotka kohdistuvat aluksen runkoon.

F**Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)**

Vika- ja vaikutusanalyysi on yksi luotettavuustekniikan analysointi metodi, jonka avulla pyritään paikallistamaan teknisen järjestelmän kriittiset kohdat.

Fanbeam

Laitevalmistaja MDL Laser Systemsin kehittämä ja markkinoima relatiivinen paikareferenssisysteemi, joka perustuu laser tekniikkaan.

Firing Line – Hitsauslinja

Putkenlaskualuksen (PipeLay Vessel) linjasto, jolla rakennetaan reaaliaikaisesti putkea samalla kun sitä lasketaan. Tähän menetelmään on turvaututtava tilanteissa, jossa putken halkaisija on niin suurin, ettei sitä voida ottaa aluksen rullalle.

Fishtailing

Poiju lastauksessa tapahtuva tilanne, jossa alus yrittää pyöriä pivot-pisteensä ympäri. Liike voidaan hallita DP-järjestelmän avulla.

Floating Production, Storage and Offloading unit (FPSO)

Tuotanto ja varastotankkeri.

Flotel

Majoitukseen käytettävä alus tyypillisesti puoliuppoava runkorakenne.

Follow Target Mode

Toimintamoodi liikkuvan kohteen kuten ROV:n seuraamiseen.

G

Gain - Saada

DP-operoinnissa gain sanaa käytetään paikanmääritystarkkuuden yhteydessä. Mitä korkeampi gain sitä tarkemmin alus pyrkii pysymään operaattorin määrittämällä paikalla.

GLONASS (GLObalnaja NAVigatsionnaja Sputnikovaja Sistema)

Neuvostoliiton/Venäjän puolustusministeriön satelliittipaikannusjärjestelmä.

GLONASS on toimintaperiaatteeltaan GPS:n kaltainen.

GPS (Global Positioning System)

Yhdysvaltain puolustusministeriön kehittämä ja rahoittama satelliittipaikannusjärjestelmä. Satelliittipaikannus tarkoittaa paikanmääritystä paikallisen tai globaalin kattavuuden satelliittijärjestelmän avulla.

Grid – Koordinaattiruudukko

H

Hampered Vessel – Ohjailukyky rajoitettu

Alus, jolla on työnsä laadun vuoksi rajoittunut ohjailukyky.

Heave – Kohoilu

Aluksen liike pysty akselin suuntaisesti.

HiPAP (High Precision Acoustic Positioning System)

Aluksen pohjasta laskettava hydroakustinen transducer-yksikkö, jota käytetään paikannääritykseen, laitevalmistaja Kongsbergin tuote.

Horizontal Dilution of Precision (HDOP)

Ilmaisee satelliittien keskinäisen sijainnin vaikutuksen paikannuksen tarkkuuteen GPS/DGPS –järjestelmissä.

Hydroacoustic Position Reference (HPR)

Hydroakustinen paikkareferenssisysteemi, jolla mitataan aluksen pohjassa olevan lähettimen (transducer) lähettämän akustisen signaalin kulkua (etäisyys ja kulma) suhteessa merenpohjassa olevan vastaanottimeen (transponder).

I

IACS (International Association of Classification Societies)

Luokituslaitosten kansainvälinen yhteistyöjärjestö.

IMCA (International Maritime Contractors Association)

Varustamoista, öljynporausta harjoittavista yrityksistä ja muista offshore alalla toimivien yritysten yhteinen järjestö.

IMO (International Maritime Organisation)

Kansainvälinen merenkulkujärjestö on vuonna 1948 perustettu Yhdistyneiden kansakuntien alainen kansainvälinen merenkulun turvallisuusasioita hallinnoiva järjestö.

Inclination - Kallistuma.

Independent Joystick

”Itsenäinen ohjain”. Toimintamoodi, jossa esimerkiksi aluksen keulasuunta on lukittu (Yaw), mutta poikittais- (Sway) ja pitkittäisliikettä (Surge) voidaan kontrolloida ohjaimen avulla.

J

J-Lay

Putkenlaskumenetelmä syvissä vesissä. Vertaa S-Lay

Joystick Auto Heading (JSAH)

Moodi, jossa aluksen kulkusuuntaa ja nopeutta säädellään ohjaimella hyrräkompassin kontrolloidessa keulasuuntaa automaattisesti.

Joystick Manual Heading (JSMH)

Moodi, jossa aluksen kulkusuuntaa ja nopeutta säädellään ohjaimella ja keulasuunnan ohjailuun käytetään erillistä säädintä.

Joystick Mode

Moodi, jossa kaikkien liikesuuntien (Surge, Sway ja Yaw) kontrolloimiseen käytetään joystickkiä.

K

Kalman Filter

Kalman-filteri on digitaalinen suodin, joka kykenee estimoimaan dynaamisen järjestelmän tilaa aluksen matemaattinen malli perusteella, vaikka nämä olisivat epätas-
mällisiä ja sisältäisivät kohinaa. Kalman-suodatinta hyödynnetään esimerkiksi GPS-
paikantamisessa, jossa Kalman-filterillä voidaan poistaa kohina navigointidatasta.

Kongsberg

Johtava DP-laitevalmistaja.

L**Lifting Vessel – Nosturialus**

Alus, jolla on kyky nostaa valtavia taakkoja esimerkiksi Saipem 7000 ja SSCV Thielf.

Long Base Line System (LBL) – Pitkä kantalinja

Pitkä kantalinja verkosto on hydroakustinen paikkareferenssisysteemi, jossa merenpohjassa on kolme tai useampi transponderia. Transpondereiden muodostaman kantalinjan pituus on jopa 2000 metriä. Vertaa matalissa vesissä käytettävään Short Baseline Systemiin, jonka toiminta periaate on käänteinen.

M

Main components – Pääosat

DP-laitteiston pääosat: propulsiolaitteet, tietokoneet, voimanlähde, paikkareferenssit, sensorit, käyttöliittymä ja operaattori.

Man-Machine Interface (MMI)

Käyttöliittymän ja operaattorin vuorovaikutus.

Manual Assist – Manuaalinen tukeminen

Alus joka on ankkuroitu, mutta sen paikalla pysyminen varmistetaan propulsioon avulla.

Mathematical model – Matemaattinen malli

Aluksen matemaattinen malli, kuinka laiva käyttäytyy ulkoisten voimien vaikutuksesta. Matemaattinen malli kartoitetaan merikokeiden avulla.

Mikrofix

Referenssisysteemi, joka perustuu mikroaaltoihin. Kaksi tai useampi transponderi tunnetussa paikassa, mitataan suuntaa ja etäisyyttä niihin.

Mooring Line Buoyancy Elements (MLBE)

Kiinnitystapa, jolla lastauspoiju on kiinnitetty merenpohjaan.

Mobile Trasponder – Liikkuva transponderi

Model control

Toiminto, jonka avulla annetaan alukselle paikkatieto kadotetun paikkatiedon tilalle. Paikkatieto perustuu aikaisempiin paikka, suunta ja nopeus tietoihin. Poiketen merkintälaskusta kone huomioi lisäksi alukseen vaikuttavat ulkoiset voimat.

Moonpool

Aluksen rakenteissa oleva mereen johtava aukko, jota hyödynnetään laskettaessa kalustoa veteen. Lähes poikkeuksetta aluksen keskilaivassa, jonka johdosta keinunnan (roll) ja jyskinnän (pitch) vaikutus taakkaan pienenee.

Motion Reference Unit (MRU)

Yksikkö, joka mittaa kohoilun (heave), keinunnan (roll) ja jyskinnän (pitch) vaikutuksen alukseen. Tunnetaan myös nimellä Vertical Reference Sensor (VRS).

N**Nautical Institute**

Lontoossa vuonna 1972 perustettu Englantilainen yleishyödyllinen yhteisö, jonka missiona on kouluttaa merenkulun huippuosaajia. Nautical Institute myöntää luvan dynaamisen paikannuksen opetukselle ja valvoo koulutuskeskuksissa tapahtuvan opetuksen laatua kouluttajien, kurssisisällön ja koulutusvälineiden auditoinnilla. DP-operointiin valtuuttavat pätevyyskirjat myöntää Nautical Institute, eikä kansallinen merenkulkuviranomainen kuten muiden STCW -konvention mukaisten pätevyyskirjojen kanssa on käytäntönä.

Norwegian Maritime Directorate NMD

Norjan merenkulkuviranomainen.

Non Destructive Testing (NDT)

Ainetta tuhoamaton testaaminen, materiaalin ja rakenteiden tilaa esimerkiksi ultraäänellä tai röntgenkuvauksella kartoittava tutkimus.

Northing

UTM koordinaatiston nollapisteestä pohjoiseen (metreinä).

O

Offshore installation

Merellä oleva rakennelma, kuten poraus- tai tuotantolautta.

Offshore Loading Terminal (OLT)

Poiju tai torni, josta voidaan harjoittaa offshore lastinkäsittelyä.

Oil Platform – Öljynporauslautta, tuotantolautta

Merelle sijoitettu rakennelma, jonka avulla raakaöljyä saadaan porattua merenpohjassa olevasta öljylähteestä. Lautta voi olla kelluva, tai "jaloillaan" seisova pysyvä rakennus. Lautalta porataan tavallisesti 3–5 kilometrin syvyyteen maankuoreen, josta aletaan pumpata öljyä. Öljy kuljetetaan lautalta pois öljytankkereiden tai putkiston avulla. Kaikki lautat eivät suorita poraustoimintoja.

Online Consequence Analysis

Toiminto, joka suorittaa reaaliaikaista järjestelmän tarkkailua selvittäen miten alus pystyy pitämään paikkansa pahimman mahdollisen vian ilmetessä. Analyysi huomioi myös vallitsevat sääolosuhteet.

Operator Interface – Käyttöliittymä

Laitteen, ohjelmiston tai minkä tahansa muun tuotteen osa, jonka kautta käyttäjä käyttää tuotetta kuten DP-työasema. Esimerkiksi tietokoneohjelmassa käyttöliittymä tarkoittaa sitä ohjelman osaa, jonka käyttäjä näkee tietokoneen näytöllä, ja sitä tapaa (hiiri, näppäimistö), jolla hän käyttää ohjelmaa.

Operator Station (OS) – Työasema

DP-operaattorin työasema.

Optimum Heading

Optimaalinen keulansuunta. Kutsutaan myös Weathervane toimintamoodiksi, jonka tarkoituksena on laskea energiataloudellisin keulansuunta.

P

Pipe Laying – Putkenlasku

Pipelines (Production and Export)

Nousuputki, merenpohjasta lautalle kohoava tuotanto tai kontrolliputki.

Pipe Tension Compensation

Putken jännitteen/vedon kompensointi suhteessa putkenlaskunopeuteen ja aluksen liikkeeseen.

Pitch – Jyskintä

Aluksen kiertyminen poikittaisakselinsa ympäri.

Pivot Point – Kiertymiskeskkipiste

Aluksen kiertymiskeskkipiste. Sijainti riippuu aluksen kulkusuunnasta ja nopeudesta.

Plant – Voimalaitos

Aluksen koneistosta käytettävä yleisnimitys.

Plough – Vedenalainen aura

Position Measurement Equipment (PME)

Yleisnimitys paikannuslaitteille ja referenssisysteemeille.

Position Reference System (PRS)

Paikkareferenssisysteemi, kertoo DP-järjestelmälle alusta koskevia paikkatietoja, näistä yleisimpinä lueteltakoon DGPS, GPS, Artemis, RADius, Taut Wire, Fanbeam ja CyScan.

Position Dropout

Paikkareferenssien menettäminen aluksen ollessa DP-moodilla. Aluksen matemaattisen mallin laatu ratkaisee, kauanko alus kykenee jatkamaan paikallaan pitoa, tilaa kutsutaan myös merkintäpaikka moodiksi.

Power Load Monitoring and Blackout Prevention

Propulsiolaitteiden virrankulutusta tarkkaileva järjestelmä, joka vähintään automaattisesti thrustereiden tehoa estääkseen blackoutin syntymisen.

Power Management – Virranhallintajärjestelmä

Virranhallintajärjestelmä huomioi vaadittavan tehon suhteessa käytössä olevaan tehoon käynnistäen tai sulkien virrantuottoyksiköitä (Main Generator).

Priority – Prioriteetti

DP-järjestelmässä tarkoittaa yksittäisen propulsiolaitteen painoarvoa, mikäli virtaa ei riitä jokaiseen thrusteriin käytössä oleva teho määräytyy prioriteetin mukaan.

Push/Pull Mode

Työntö/Veto toimintamoodi, jota käytetään halutessa sivuttaisliike (Sway) jos alus on kahdella kiinteällä potkurilla ja peräsimellä varustettu.

Q

Quartering Sea

Termi tarkoittaa epäedullisinta aallokon suuntaa, noin 45° asteen kulmassa keula-suunnasta.

R

Radio Systems

Paikkareferenssisysteemit, jotka perustuvat radioaaltoihin.

Radius – Ympyrän säde

Ray Bending

Taittuminen tarkoittaa aaltoliikkeen suunnan muuttumista kahden eri faasin rajapinnassa. Näitä rajapintoja meressä ovat muun muassa lämpötilaero, paine-ero ja suolaisuusero.

Redundancy – Redundanssi

Redundanssi on ylimäärää, joka DP-järjestelmässä ilmenee rinnakkaisina järjestelminä. Redundanssi maksaa, mutta varmistaa systeemin toimintaa esimerkiksi kestäväällä virheitä tai osasysteemin tuhoutumisia.

Reference Origin

Ensimmäiseksi valittu referenssisysteemi.

Reflector – Reflektori

Heijastin/peili, jota käytetään esimerkiksi lasertekniikkaan perustuvassa paikanmäärittämisessä.

Relative GPS

GPS tekniikka, jolla määritetään kahden GPS-vastaanottimen välinen suhteellinen sijainti ilman differentiaalikorjausta (DARPS). Tavallisesta GPS järjestelmästä tämä eroaa siten, että järjestelmä huomioi myös aluksen/alusten hyrräsuunnat, jotka se ilmoittaa toisilleen UHF lähettimen/vastaanottimen kautta. Käytetään tandem lastauksissa FPSO:sta Shuttle Tankeriin.

Responder – Vastaanotin

Vastaanotin, johon järjestelmä lähettää kyselyn kiinteätä reittiä pitkin, esimerkiksi umbilikaali. Vertaa termiin transponder, joka on merenpohjassa oleva tunnistava lä-

hetinvastaanotin. Käytetään esimerkiksi ROV:a operoidessa, jotta varmistetaan, ettei signaalin lähetys ja vastaanotto häiriinny, hydroakustisen melun johdosta.

Rig – Öljynporauslautta

Riser Follow/Angle Mode

DP-toimintamoodi, jota käytetään syvänmeren öljynporauslautoilla. Merenpohjassa oleva kaivo on varustettu inclinometrillä, joka tarkkailee kaivosta lähtevän öljyputken kulmaa suhteessa alukseen. Raja-arvoina on 3° (Yellow) ja 7° (Red). 0° - 3° poraustoiminta jatkuu, mutta ylittäessä raja-arvon 3°, poraus keskeytetään ja valmistellaan laitteiston irrottaminen kaivosta, mikäli ajaudutaan tilanteeseen, jossa 7° poikkeama on välttämätön.

Roll – Keinunta

Aluksen kiertyminen pituusakselinsa ympäri.

ROV (Remotely Operated Vehicle)

Kauko-ohjattu ajoneuvo on vedenalainen työrobotti, jota käytetään sukeltajan korvaajana.

S

Saturation Diving – Saturaatiosukellus

Kestosukellus on sukellustekniikka, joka mahdollistaa sukeltajille pitkään kestäväen oleskelun suurissa syvyyksissä (500 m). Saturaatiosukellus on etupäässä öljyteollisuuden rakennus- ja huoltotöissä käytetty sukellustapa, joka perustuu sukeltajan jatkuvaan oloon työkohdetta vastaavassa ilmakehässä. Alan keihäänkärki on ranskalais-norjalainen Stolt Comex Seaway a.s. –sukellusyhtiö.

Sagbend

Kohta, jossa pohjaan laskettavan putken taipuminen alkaa. Jos DP-järjestelmä ei pidä putkea tälle määrättyssä jännityksessä (tension) on merkittävä riski, että putki vaurioituu.

SBL (Short Base Line System)

Hydroakustinen paikkareferenssi, jossa aluksessa olevat transducerit muodostavat kantalinjan ja mittaavat aluksen liikettä pohjassa olevan transponderin kanssa. Vertaa syvissä vesissä käytettävään Long Baseline Systemiin, jonka toiminta periaate on käänteinen.

Semi-Submersible – Puoli-uppoava runkorakennetyyppi

Sensor – Sensori

Yleisnimitys mittauslaitteista esimerkiksi kompassit ja tuulianturit ovat sensoreita.

Setpoint – Asetusarvo

Shuttle Tanker – Poijulastaaja

Poikulastaaja, sukkulatankkeri, joka on varusteltu vähintään DP1-luokkaan

Simplex

Tarkoittaa DP1-luokan alusta, jossa ei ole redundanssia.

Single Failure

Yksittäinen vika, josta DP-järjestelmän on selvittävä menettämättä paikallaanpitokykyään.

Single Point Mooring (SPM)

Merellä oleva öljynlastausasema, josta poijulastaaja noutaa lastia. Alus kiinnittyy keulasta tai perästä SPM:n ja yhdistelmä pyörii sääolosuhteista riippuen 360°.

S-Lay

Putkenlaskumenetelmä matalissa vesissä. Vertaa J-Lay

Sound Velocity – Äänen nopeus

Äänen nopeus vedessä on noin 1500 metriä sekunnissa taajuudesta riippumatta. Veden lämpötila vaikuttaa äänen nopeuteen, mutta sillä ei ole merkitystä DP-oroinnin kannalta.

Spar

Sylinterin muotoinen Semi-Submersible öljynporaus- tai tuotantolautta.

Stakes – Paalu

Paalu, kiinteään öljynporaus- tai tuotantolautan kantava rakenne. Teräksiset tukipaalut upotetaan meren kiinteään pohjakerrokseen, johon ne kärjen välityksellä siirtävät yläpuoliset kuormat.

Standby Mode

Alkutila-asetus, jossa DP-järjestelmä on toimintavalmiudessa, mutta ei toiminnassa.

Steady Bias

Tasainen poikkeama.

Stationary

Kiinteä/paikallaan oleva.

Stinger

Nimitys putkenlaskualuksessa olevasta ohjaimesta, jolla pystytään vaikuttamaan missä kulmassa putkea syötetään veteen.

Submerged Turret – Vedenalainen lastauspoiju

Surge – Ryntäily

Ryntäily eli aluksen liike pituusakselinsa suuntaisesti.

Sway – Huojunta

Huojunta eli aluksen liike poikittaisakselinsa suuntaisesti.

Switch

Katkaisija, jolla tarkoitetaan kytkintä, joka käynnistää aluksen DP-järjestelmän.

T

Taut Wire – Jännitetty Kaapeli

Referenssijärjestelmä, jossa lasketaan painon varassa pohjaan lasketun vaijerin pituutta, kulmaa ja kulmakiihtyvyyttä suhteessa alukseen.

Terminal Point – Terminaali piste

Piste, jonka ympärillä alus pyörii. Terminal pointiksi asetetaan esimerkiksi Spar tai Turret.

Tether

Kaapelia, joka yhdistää ROV:n talliinsa.

Thruster – Thrusteri/propulsioalaite

Thruster Vectors

DP-järjestelmän näyttölaite kertoo DP-operaattorille thrusterin propulsio voiman ja suunnan.

Touchdown Point

Kohta, jossa laskettava putki koskettaa merenpohjaa.

Trimcube

Laitevalmistaja Oceanscanin kehittämä sensori, joka mittaa kohteen jyskintää (pitch) ja keinuntaa (roll).

Triplex

Tarkoittaa DP3-luokan alusta, jossa on kolmennettu DP-järjestelmä.

Tunnel Thruster – Ohjailupotkuri

Tunneli Thrusteri eli ohjailupotkuri, joka tuottaa propulsiovoimaa aluksen poikittaisakselin suuntaisesti.

Turret

Vedenalainen lastauspoiju/terminaali.

U

Uninterruptible Power Supply (UPS)

Järjestelmä tai laite, jonka tehtävä on taata tasainen virransyöttö lyhyissä katkoksissa ja syöttöjännitteen epätasaisuuksissa. UPS liitetään virtalähteen ja virtaa käyttävän laitteen väliin.

Umbilical – Umbilikaali

Kaapeliletkuyhde on sukeltamisen apuväline. Tavallisimmin umbilikaaliin kuuluu hengityskaasuletku, 2–3 hydraulikkaletkua, useita sähköjohtoja, valokaapeleita yhteydenpitovälineisiin sekä muita tarvittavia johtoja. Kaikki on asennettu tiiviiksi yhtenäiseksi nipuksi, jota ympäröi noin tuuman vahvuisesta erikoisteräsvaijerista punottu sukka.

UTM (Universal Transverse Mercator)

UTM-projektio on kaltainen oikeakulmainen DP-operoinnissa käytettävä karttaprojektio. UTM-koordinaatisto on laadittu metrijärjestelmän mukaisesti. Maailma on jaettu kuuden asteen levyisiin projektiokaistoihin, jotka on numeroitu 1-60. Nume-rointi alkaa pituusasteesta 180 ja kasvaa kohti itää. Alue, joka jää läntisten pituusasteiden 174 ja 180 väliin, on kaista 1. Koordinaatiston periaate on se, että vasen alakulma on nollapiste. Etäisyydet nollapisteestä pohjoiseen (northing) ja itään (easting) ilmoitetaan metreinä.

V

Variance – Varianssi

Varianssi kuvaa sitä, kuinka kaukana satunnaismuuttujan arvot ovat tyypillisesti sen odotusarvosta. DP-järjestelmässä tämä tarkoittaa paikkareferensseiltä saatujen paikkatietojen hajontaa, jota kutsutaan myös Standard Deviationiksi.

Veering – Tuulen suunnanmuutos

Vertical Reference Unit (VRU)

Referenssisysteemi, joka mittaa aluksen jyskintää (pitch) ja keinuntaa (roll).

Voting – Äänestää

Äänestäminen, jonka avulla kolmennettu (Triplex) järjestelmä pystyy havaitsemaan virheen, poikkeaman ja komponentin rikkoutumisen. Poikkeama ja ulos äänestäminen seuraa tietokoneen havaitessa yhden laitteen poikkeavan kahden muun laitteen arvoista.

W

Waypoint (WP) – Reittipiste

Waypoint Table

Taulukko, johon on koottu tiedot ajettavan reitin reittipisteistä.

Weather Vane – Tuuliviiri –moodi

Well – Kaivo, öljylähde, porausreikä maankuoressa

WGS-84 (World Geodetic System)

Geodeettinen järjestelmä on maanmittausopissa ja paikannuksessa käytetty datumi. Datumi on geodesiassa käytetty vertausjärjestelmä. Merenkulussa hyödynnetään vaakadatumia, johon yleensä viitataan sanottaessa datumi, käytetään kaksiulotteisessa paikanmäärittämisessä. Karttaprojektiot ja kartoissa käytettävät koordinaattijärjestelmät perustuvat datumeihin.

Wheel Over Point

Trackillä oleva piste (ei reittipiste), jossa alus muuttaa keulasuuntaansa ennen reittipistettä.

Wind Sensor – Tuulisensori

Mittaa tuulen suuntaa ja nopeutta.

Y

Yaw – Mutkailu

Aluksen kiertyminen pystyakselinsa ympäri.

LÄHTEET

Kirjallisuus

Bray, D. 2008. DP Operator's Handbook, The Nautical Institute, England.

Haavisto, J. Piira, O. 2006. Merenkulun Perusteet 2, Opetushallitus, Helsinki.

IMCA ref. M 182 rev. 1, 2009. The Safe Operation of Dynamically Positioned Offshore Supply Vessels, IMCA, UK.

IMCA ref. M 103 rev. 1, 2007. The Design and Operation of Dynamically Positioned Vessels, IMCA, UK.

IMCA ref. M 117 rev. 1, 2006. The Training and Experience of Key DP Personnel, IMCA, UK.

Karlsson, S. 2005 (toim.). Merenkulun Perusteet 1, Opetushallitus, Helsinki.

Karttunen, H. 2009. Matkalla avaruuteen. Avaruustutkimuksen historia ja tekniikka. Otavan kirjapaino oy, Keuruu.

Leino, P. 2010. DP-Basic course, PowerPoint-esitys, Satakunnan ammattikorkeakoulu.

NWEA, 2006. The North West European Area Guidelines for the Safe Management of Offshore Supply and Anchor Handling Operations, Version 1, NWEA, Norway.

NWEA, 2010. Recommended Guidelines for Master's Manual – Operations Manual for Offshore Service Vessels on the Norwegian Continental Shelf, NWEA, Norway.

The Nautical Institute (NI) 1996. Dynamic Positioning Operator's Log Book, NI, UK.

Elektroniset

Dockwise 2010, Opetusvideot. Viitattu 17.6.2010.
<http://www.dockwise.com/page/movies.html>

IMCA 2010. Introduction to Dynamic Positioning. Viitattu 19.5.2010.
<http://www.imca-int.com/divisions/marine/reference/intro.html>

Offshore 2011. Rigger under bygging. Viitattu 21.11.2011.
<http://www.offshore.no/Projekter/Rigger-under-bygging.aspx>

Offshore-Technology 2010, Viitattu 21.5.2010.
<http://www.offshore-technology.com/projects/>

Pulkkinen, U. 2005. Luotettavuustekniikka. Viitattu 19.5.2010.
<http://www.sal.tkk.fi/Opinnot/Mat-2.3118/>

Simon, D. 2010. Kalman Filtering. Viitattu 19.5.2010.
<http://www.innovatia.com/software/papers/kalman>

Vaisala 2010. Weather measurement. Viitattu 14.6.2010.
<http://www.vaisala.com/weather/products/wind.html>

VTT 2010. Vika- ja vaikutusanalyysi. Viitattu 19.5.2010.
http://www.vtt.fi/proj/riskianalyysit/riskianalyysit_menetelmat.jsp



DP Capability Plot

ØRSKOV NB 232

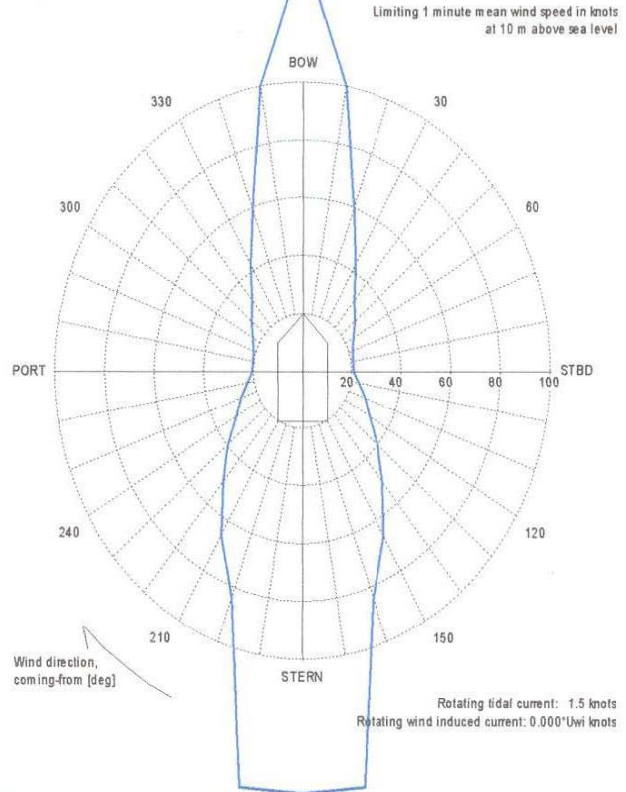
Case number : 3
 Case description : Max. single failure
 Thrusters active : T2-T6
 Rudders active : R1-R2

Input file reference : StatCap_8621.scp
 Last modified : 2002-10-02 16:37 (v. 1.2.0)

Length overall : 75.0 m
 Length between perpendiculars : 64.4 m
 Breadth : 18.0 m
 Draught : 6.0 m
 Displacement : 4500.0 t (Cb = 0.63)
 Longitudinal radius of inertia : 16.1 m (= 0.25 * Lpp)
 Pos. of origin ahead of Lpp/2 (Xo) : 0.0 m
 Wind load coefficients : Calculated (Blendermann)
 Current load coefficients : Calculated (Strip theory)
 Wave drift load coefficients : Calculated (Scaled by Breadth*Length)

Tidal current direction offset : 0.0 deg
 Wave direction offset : 0.0 deg
 Wave spectrum type : Pierson-Moskowitz
 Wind spectrum type : NPD
 Hs-Uwi relationship : IMCA (North Sea)
 Current-wave drift interaction : OFF
 Load dynamics allowance : 1.0 * STD of thrust demand
 Additional surge force : 0.0 tf
 Additional sway force : 0.0 tf
 Additional yawing moment : 0.0 tf.m
 Additional force direction : Fixed
 Density of salt water : 1026.0 kg/m³
 Density of air : 1.23 kg/m³

#	Thruster	X [m]	Y [m]	F+ [tf]	F- [tf]	Max [%]	Pe [kW]	Rudder
1	TUNNEL	-27.4	0.0	14.5	-14.5	100	883	
2	TUNNEL	24.5	0.0	14.5	-14.5	100	883	
3	TUNNEL	-24.5	0.0	14.5	-14.5	100	883	
4	TUNNEL	-27.3	0.0	14.5	-14.5	100	883	
5	PROP_AS	-30.7	5.2	120.0	-70.0	100	7360	ULSTEIN HLR
6	PROP_AS	-30.7	-5.2	120.0	-70.0	100	7360	ULSTEIN HLR



Power consumption

