Vesiväylänsuunnittelukoulutus

osa 1: Väylänsuunnittelun perusteet 7. -9.10.2014

Suunnittelun perusteet ja lähtökohdat, suunnitteluprosessi, mitoitusalus

Jarmo Hartikainen/ Liikennevirasto

Suunnittelun ja mitoituksen osa-alueet

Laivaväylän suunnittelu ja mitoitus koostuu pääkohdittain seuraavista osista:

- väylän mitoitusperusteiden määrittely: mitoitusalus, palvelutaso, reunaehdot
- linjauksen suunnittelu
- väylän leveyden määrittely
- tarvittavan varaveden/haraussyvyyden määrittely
- merkinnän suunnittelu

Suunnittelu muodostaa yhden kiinteän kokonaisuuden, johon liittyviä osatehtäviä ei voida ratkaista erillisinä, koska etenkin väylän linjaus, leveys ja merkintä ovat voimakkaasti toisistaan riippuvia.

Laivaväylien suunnittelu- ja mitoitusohjeet

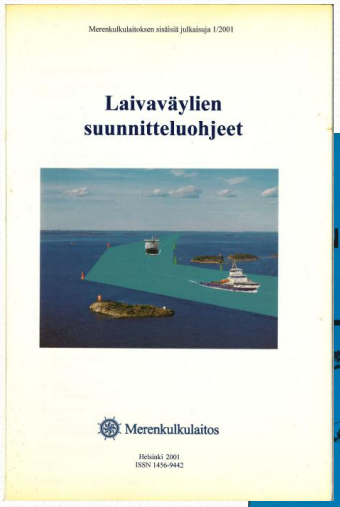
- Ohjeet suositusluonteisia
- Edellyttävät tapauskohtaista tulkintaa ja soveltamista
- Perustuvat osin teoriaan ja osin käytännön kokemukseen
  - Fysikaalisten ilmiöiden matemaattinen mallintaminen
  - Käyttäjien kokemukset, toteutettujen suunnitelmien toimivuus
  - Mallikokeet, simulaattorikokeet

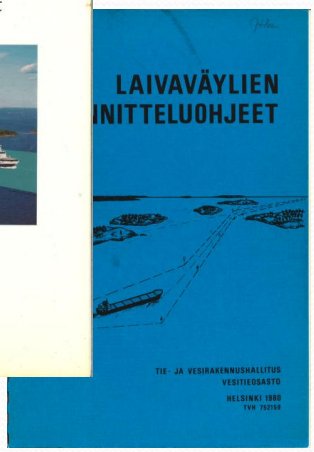
Suomessa:

- Laivaväylien suunnitteluohjeet (Liikenneviraston ohjeita 31/2014)
  - Perustuvat PIANCin ohjeeseen Harbour Approach Channels Design Guidelines

Suomessa noudatettavat suunnitteluohjeet

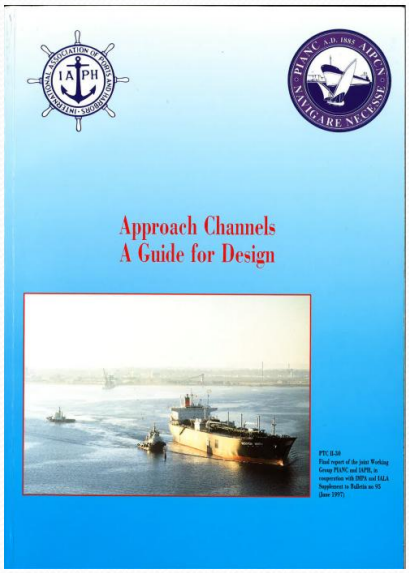
Vanhat ohjeet





PIANCin suunnitteluohjeet 1997 ja 2014

Vanha ohje (1997)



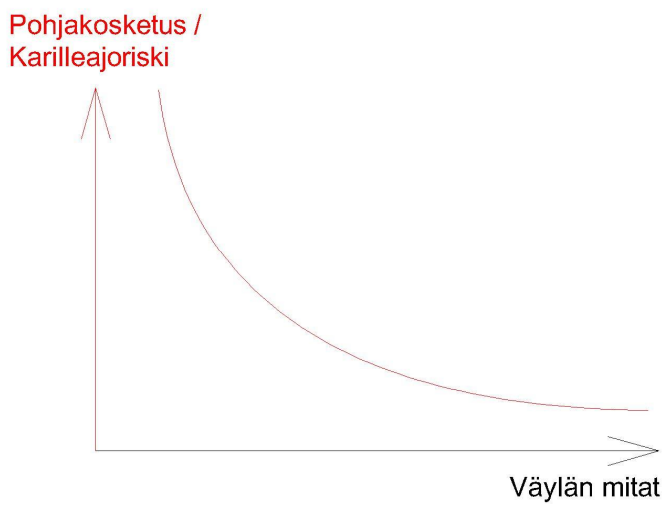
- Suunnittelussa ja mitoituksessa huomioitavat reunaehdot
  - Fysiikan lait
  - Taloudelliset tekijät
  - Ympäristö- ja olosuhdetekijät
- Vesiväylän suunnittelu on kokonaisuudessaan laaja optimointitehtävä navigointi- ja turvallisuustekijöiden, kustannustekijöiden ja ympäristönäkökohtien välillä
- Hyvä suunnitelma
  - Suunnittelu- ja mitoitusohjeiden ja kriteereiden mukainen
  - Ratkaisut perusteltuja
  - Toteutuskelpoinen
  - Toimii käytännössä
  - Käyttäjien palaute pääosin myönteistä
  - Hyöty/kustannussuhde kohdallaan

Laskennallinen mitoitus/todennäköisyyksiin perustuva mitoitus
Deterministic/probabilistic design

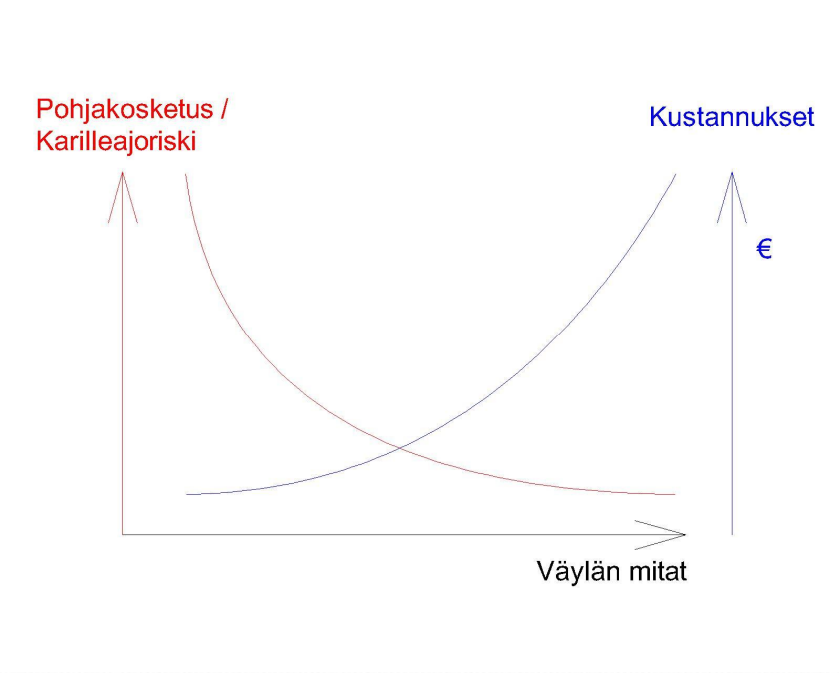
- Laskennallisessa mitoituksessa eri osatekijöiden vaikutus arvioidaan metrimääräisenä (laskennallisesti) ja väylämitat muodostuvat osatekijöidensä summana
- Todennäköisyyksiin perustuvassa mitoituksessa väylän mittoja arvioidaan suhteessa pohjakosketus- ja karilleajoriskeihin ja niiden merkittävyyteen.
  - Vaikeutena sallittujen todennäköisyyksien ja riskien määrittäminen
  - Vähemmän käytetty, Suomessa vain erityistapauksissa

- Laskennallinen mitoitus antaa yleensä jossain määrin varman päälle arvoja

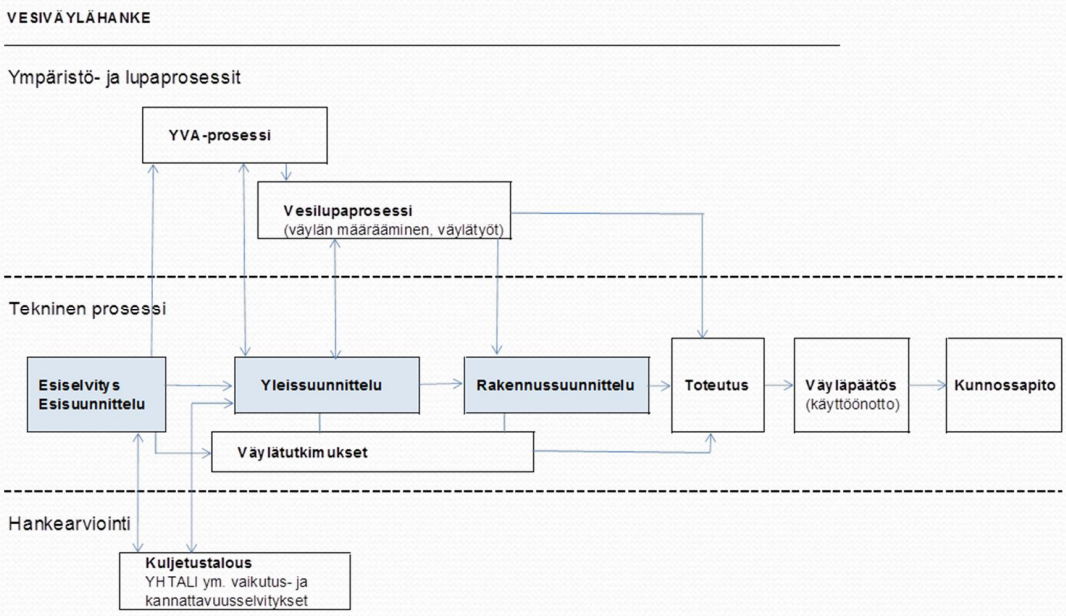
Pohjakosketus- ja karilleajoriskin ja väylämittojen välinen yhteys



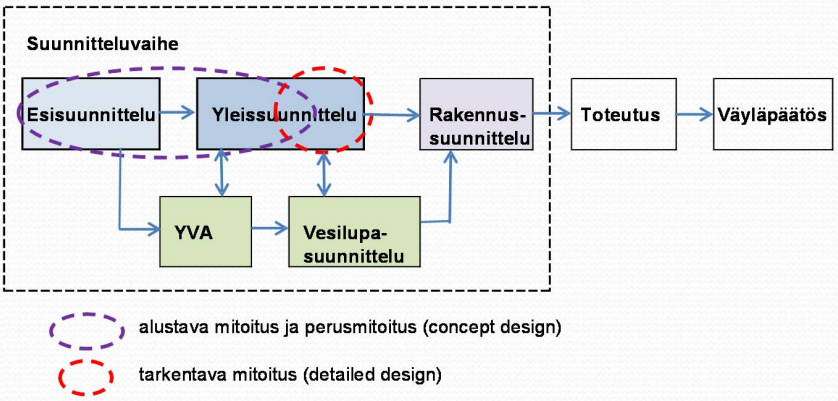
Pohjakosketus- ja karilleajoriskin sekä väylämittojen ja kustannusten välinen yhteys



Väylähankkeen prosessikaavio



Suunnitteluprosessi

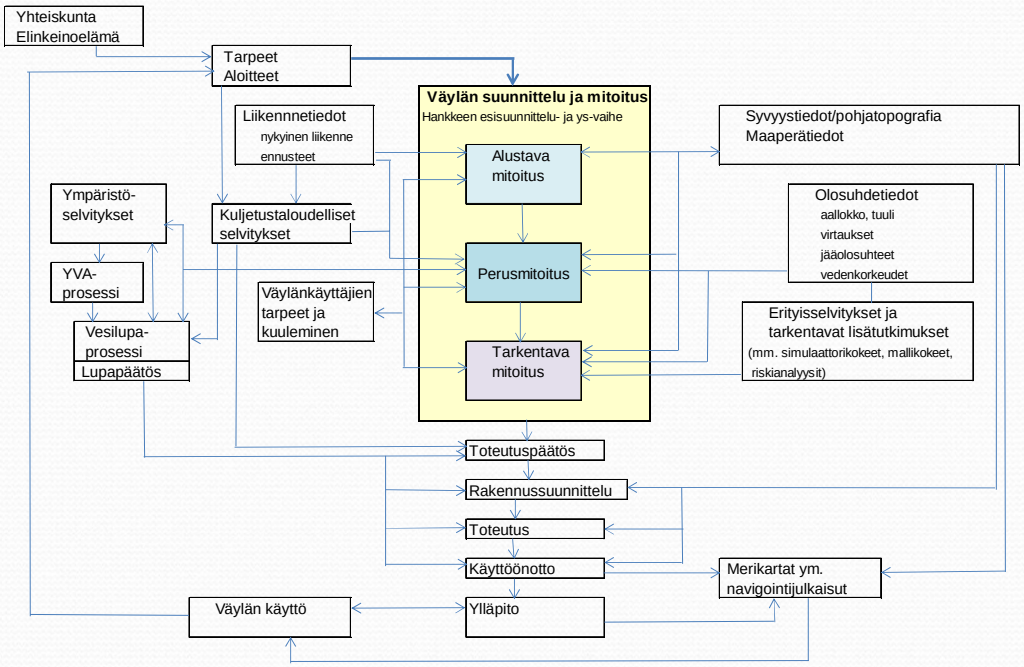


Alustava mitoitus ja perusmitoitus (concept design)

- Alustava mitoitus
  - Karkeisiin likiarvoihin perustuva suuntaa antava moitoitus (ensimmäisen vaiheen approksimaatio)
  - Lähtötiedot voivat olla puutteelliset (olemassa oleviin tietoihin perustuva)
  - Vaihtoehtojen skaala voi olla laaja
- Perusmitoitus
  - Käytettävissä olevien valmiiden mitoitus- ja laskentamenetelmien puitteissa tehty yksityiskohtainen mitoitus
  - Vaihtoehtojen määrää karsittu
  - Riittävät peruslähtötiedot hankittu (mm. pohjatopografia, maaperä, olosuhdetiedot)

Tarkentava mitoitus

- Tarvitaan erityisesti, kun
  - Kyseessä erityisen merkittävä hanke (toimivuuden varmistaminen)
  - Tavallisuudesta poikkeavat olosuhteet tai liikenne
  - Tarve käyttää ohjearvoista poikkeavia mitoitusarvoja
- Tarkentavaan mitoitukseen liittyviä lisätarkasteluja ja huomioitavia lisäpiirteitä:
  - Täydentävät ja tarkentavat simulaattorikokeet
  - Mallikokeet
  - Riskianalyysit
  - Olosuhdetekijöiden (mm. aallokko, virtaukset, vedenkorkeusvaihtelut) ja niiden vaikutusten sekä muiden ympäristötekijöiden tarkempi arviointi (mm. aallokko, vedenkorkeusvaihtelut, jääolosuhteet)
  - Väylän käyttörajoitukset/suositukset (olosuhteet, alukset)
  - ruoppauskustannusten ja pohjan laadun vaikutusten arviointi ja mahdollinen huomiointi
  - vaarallisen lastin huomiointi
  - hinaajien käyttö ja sen vaikutus mitoitukseen
  - Talviliikenne
- ei käytettävissä valmiita yleisiä ohjearvoja tai laskentakaavoja, tehtävä tapauskohtaisesti



Yleisiä suunnittelussa vaikuttavia ja huomioitavia liikenteellisiä tekijöitä ja olosuhdetekijöitä

- Liikennemäärät Suomessa kansainvälisesti katsottuna pieniä >> liikenteen välityskyvyn kannalta yksikaistainen väylä on Suomen liikennemäärillä yleensä riittävä >>alusten karilleajon riski suurempi kuin kuin yhteentörmäysriski
- Laaja saaristoalue, matalat ja karikkoiset vedet, vaihtelevat maaperä- ja syvyysolohteet >> väylät geometrialtaan mutkaisia ja epäsäännöllisiä
- Ruopattavat matalikot ovat usein joko lohkareista moreenia tai kalliota >> ruoppaaminen kallista
- Vedenkorkeusvaihtelut Itämeren alueella satunnaisia, kestoltaan ja suuruudeltaan (alivesitilanteiden hallinta huomioitava erityisesti säännöllisessä aikataulutetussa liikenteessä)
- Virtausnopeudet ovat Suomen merialueilla yleisesti ottaen pieniä, sisävesillä esiintyy virtapaikkoja, vaihtelee vedenkorkeuden muutosten mukaan
- Keskivedenpinnan aleneminen maankohoamisen ja merivedenpinnan nousun yhteisvaikutuksena (suuruus vaihtelee eri osissa rannikkoa)
- Väylien liettyminen ei Suomessa ole yleinen ongelma, paikallisesti haitallista liettymistä voi esiintyä
- Näkyvyysolosuhteet varsinkin syksy- ja talviaikaan voivat olla poikkeuksellisen huonot
- Jää- sekä talviolosuhteet aiheuttavat lisäkustannuksia alusliikenteelle sekä asettavat erityisvaatimuksia varsinkin väylän merkinnälle.

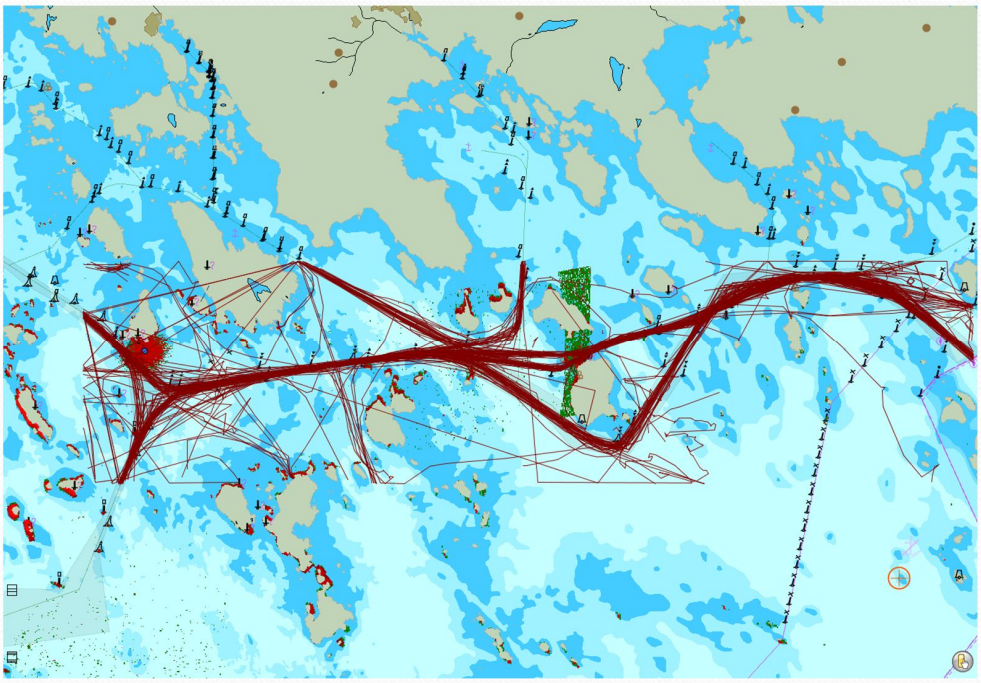
AIS-tiedon hyödyntäminen

- alusten käyttämät ajolinjat, poikkeamat merkityistä väylälinjoista
- alusten käyttämät kaarresäteet, käännösten sijainti
- reunamarginaalit väyläalueeseen ja reunamataliin nähden (väylätilan hyödyntäminen)
- alusten käyttämät nopeudet

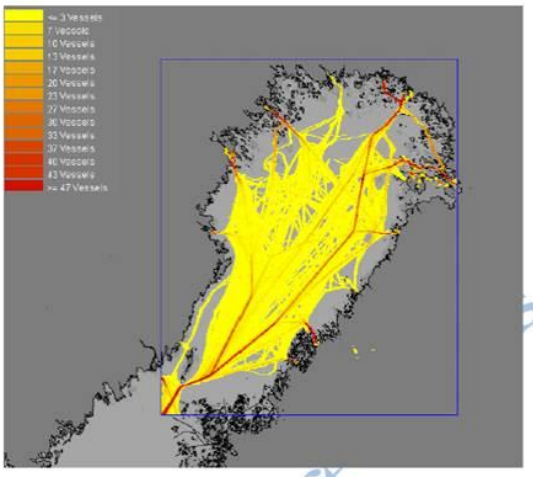
Hyödyntäminen sekä yksittäisessä suunnitteluhankkeessa että suunnitteluperusteiden kehittämisessä.

Olemassa olevien väylien kehittämishankkeissa väylän AIS-tietojen tulisi kuulua jo perusaineistona suunnittelun lähtötietoihin/aineistoihin.

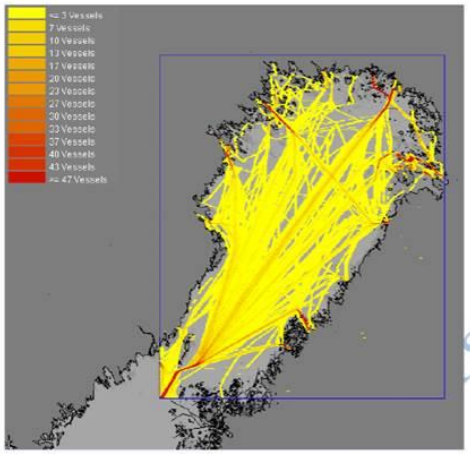
AIS-tietoja Santion alueelta



AIS-tietoja Perämereltä



Kuva ww. Alusliikenteen väylänkäyttö tammikuussa 2010 (AIS perust
Liikennevirasto/Martikainen).



Kuva ww. Alusliikenteen väylänkäyttö elokuussa 2011. (lähde: Liikennevirasto/Martikainen)

Käyttäjien kuuleminen

- Suunnittelun alkuvaiheessa (olemassa olevien väylien kehittämishankkeissa): kokemukset väylän navigoitavuudesta (kriittiset kohdat, toimivuus ja puutteet, parannusehdotukset)
- Suunnittelun aikana suunnitelman arviointi (lausunnot, suunnittelupalaverit)
- Jälkiarviointi ja muu palaute (väylien käytettävyystutkimukset)

Erilaisten ja erisuuntaisten näkemysten yhteensovittaminen ja yhdistäminen (asiantuntemus!)

Suunnittelijalle tärkeä päästä tutustumaan väylään paikan päällä alukselta (komentosillalta) käsin.

Koordinaatisto ja korkeustaso

- Väyläsuunnitelmat ja tutkimukset on toistaiseksi sidottu kartastokoordinaattijärjestelmään (KKJ). Jatkossa vesiväylien suunnittelussa on tarkoitus siirtyä EUREF-FIN- koordinaattijärjestelmään.
- Korkeuden vertailutasona on merialueilla tietyn vuoden keskivedenpinnan taso (MW) ja sisävesillä pääsääntöisesti purjehduskauden aliveden taso NWnav). Siirtymistä valtakunnalliseen N2000-vertailutasoon on suunniteltu.
- EUREF-FIN -koordinaatistoon tai N2000-korkeustasoon siirtymisen tarkkaa aikataulua ei ole päätetty.
- Väyläsuunnitelmassa käytetyt koordinaatisto ja korkeustaso ilmoitetaan hankkeen suunnitteluperusteissa ja suunnitelmissa.
- Suomalaisten merikarttojen syvyystiedot ja merenmittaukset perustuvat kansanvälisen merikartoitusjärjestön IHO:n merenmittausnormiin S-44, ed. 5 (helmikuu 2008) ja sen kansalliseen realisointiin FSIS-44 (Finnish and Swedish joint implementation of the IHO Standards for Hydrographic Surveys Special Publication No 44, 5th edition). S-44 on noudatettava vähimmäisnormi

Mitoitusalus

Väylän suunnittelussa ja mitoituksessa lähtökohtana on väylälle määritetty mitoitusalus, jonka mukaan väylän päämitat ja geometria määritetään.
Mitoitusalus toimii suunnittelun ja mitoituksen 'mittatikkuna'.

Mitoitusalus on normaalisti suurin väylää toistuvasti täydessä lastissa ja väylän täyttä kulkusyvyyttä käyttävä alus, jonka navigointiominaisuudet ovat ko. alustyyppiin nähden keskitasoiset.

- Mitoitusaluksia voi olla samassa suunnitteluhankkeessa useita, kuljetustarpeista ja käytettävistä alustyypeistä riippuen (esim. bulk-alus, konttialus, lastilautta jne.).
- Yleensä mitoitusalus edustaa alustyyppinsä keskimääräistä tasoa varustuksen ja ohjailtavuuden osalta. Joissain tilanteissa mitoitusalus voi olla tarkkaan tiedossa ja yksilöity.
- Mitoitusalus ei välttämättä edusta väylää liikennöivää maksimialusta.
- Joissain tilanteissa tarpeen tehdä mitoitustarkastelu myös väylää poikkeuksellisesti (yleensä vajaassa lastissa) käyttävää nk. ylisuurta alusta silmällä pitäen

Mitoitusolosuhteet: keskimääräisiä olosuhteita vaikeammat, nk. 'normaalivaikeat' olosuhteet (eivät edusta ääriolosuhteita)

Mitoitusaluksesta esitettävät tiedot

Mitoitusaluksesta esitetään vähintään seuraavat tiedot:

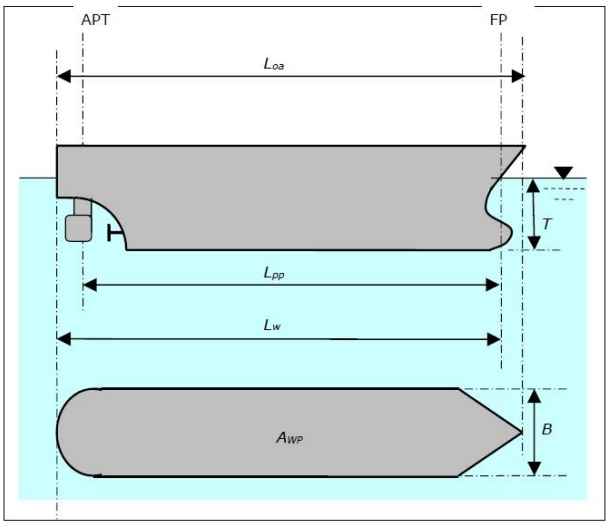
- aluksen tyyppi
- kokoluokka (dwt, TEU)
- aluksen pituus L_{pp}
- aluksen leveys B
- aluksen syväys T.
- Muita aluksesta esitettäviä tietoja voivat olla mm. aluksen tarkempi tyyppi, varustus sekä nimi, jos kyseessä on tietty, jo tiedossa oleva suunniteltavaa väylää käyttävä alus.

- Aluksen täyteläisyyskerroin oleellinen mitoitukseen vaikuttava tekijä (määräytyy pitkälti alustyypin mukaan)

- Eri alustyypit pidettävä omina mitoitusaluksinaan (suurimmista päämitoista yhdisteltyä seka-alusta ei saa käyttää)

Aluksen päämitat

Loa = kokonaispituus
Lpp = perpendikkelipituus
Lw = vesiviivan poituus
B = aluksen leveys
T = aluksen syväys



Täyteläisyyskertoimen arvoja eri alustyypeille

Examples of block coefficients referred to design draught and L_{PP}

Ship type	Block coefficient $C_{B,PP}$	Approximate ship speed V in knots
Lighter	0.90	5 – 10
Bulk carrier	0.80 – 0.85	12 – 16
Tanker	0.80 – 0.85	12 – 17
General cargo	0.55 – 0.75	13 – 22
Container ship	0.50 – 0.70	14 – 26
Ferry boat	0.50 – 0.70	15 – 26