Vesiväylänsuunnittelukoulutus

osa 1: Väylänsuunnittelun perusteet 7. -9.10.2014

Laivaväylän linjauksen suunnittelu

Esityksen pitäjä/ Organisaatio

Liikenneviraston

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Tavoitteet toimivan väylälinjan suunnittelussa

- Väylän linjauksen suunnittelussa pyritään väylän navigoitavuuden, väylämerkinnän, kustannusten ja liikenteellisten vaikutusten kannalta optimiratkaisuun.

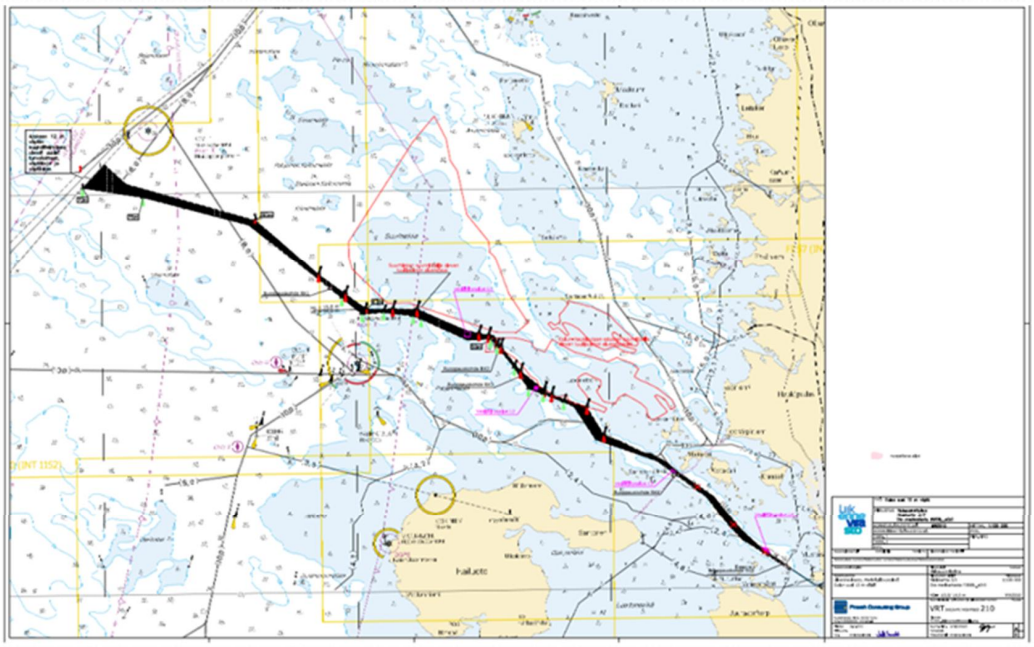
Vaatimukset väylän linjaukselle navigoitavuuden kannalta:

- aluksen tulee pystyä noudattamaan suunniteltua linjausta
- Linjausta noudattamalla alus pystyy selviytymään geometrialtaan vaikeimmistakin väyläkohdista.

Suunnitellun linjauksen tulisi edustaa mitoitusaluksen kannalta luonnollista, optimaalista ajolinjausta kyseisellä väylällä.

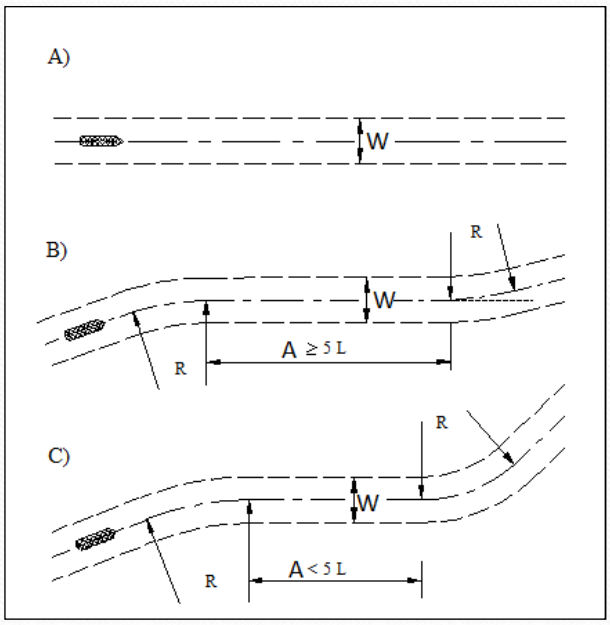
Linjauksen suunnittelu, yleisiä lähtökohtia

- Linjauksen suunnittelu kaksitasoinen prosessi:
  - Väylän kulkureitin hakeminen (useita toisistaan poikkeavia suuntausvaihtoehtoja)
  - Linjauksen tarkentaminen ja hienosäätö
- Kaksikaistaiselle väylälle/väyläosuuksille suunnitellaan ainoastaan yksi linjaus
- Olemassa olevin väylien osalta linjaus pitkälti sidottu aikaisempaan. Uusia vaihtoehtoja kannattaa kuitenkin pyrkiä kartoittamaan ja hakemaan (vrt. Oulun väylä)



Linjauksen suunnittelussa huomioitavia näkökohtia (1)

- Linjauksen tulisi olla mahdollisimman suora ja kokonaispituudeltaan mahdollisimman lyhyt. Lyhyitä väylälinjoja on pyrittävä välttämään.
  - Kaarteiden väliin jäävän suoran osan suositeltava minimipituus 5 x aluspituus (nopeudella 10 … 15 solmua), poikkeuksellisesti 3 x aluspituus (alle 10 solmun nopeudella).
- Mahdollisimman pitkien linjojen hakeminen ei välttämättä ensisijainen tavoite: huomioitava mm. linjamerkinnän toimivuus ja täyssyvien vesialueiden/ reunamarginaalien hyödyntäminen (suunnitteluesimerkkikuvat 1 ja 2)
- Jyrkkien käännösten välttäminen (yksi 90º käännös vai kaksi 45º käännöstä?)
- S-kaarteiden (vastakaarteiden väli < 3 x L) välttäminen
- Käännösten sijoittaminen täyssyville väljille vesialueille (kustannukset, navigoitavuus, kääntymisominaisuudet)
- Käännöksen sijoittaminen siten, että jyrkkä käännös ei päättyisi välittömästi ahtaaseen kapeikkoon
- Väyläkapeikkoihin ja muihin kriittisiin kohtiin (mm. siltapaikat) suora väyläosuus



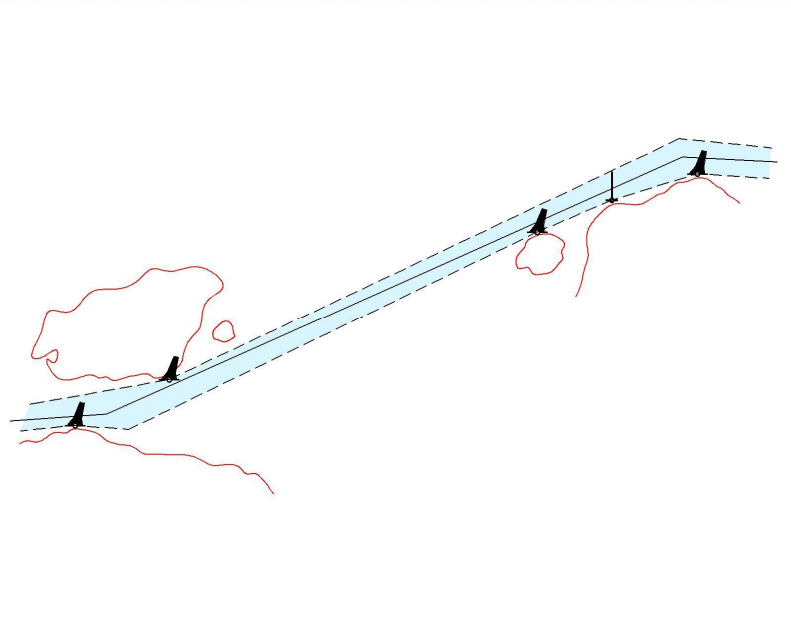
A) Ideaaliratkaisu

B) Hyvä, jos A > 20 L ja suunnanmuutos φ < 30 astetta, sallittu, jos L ≥ 5 L

C) Sallittu vain perustelluista syistä

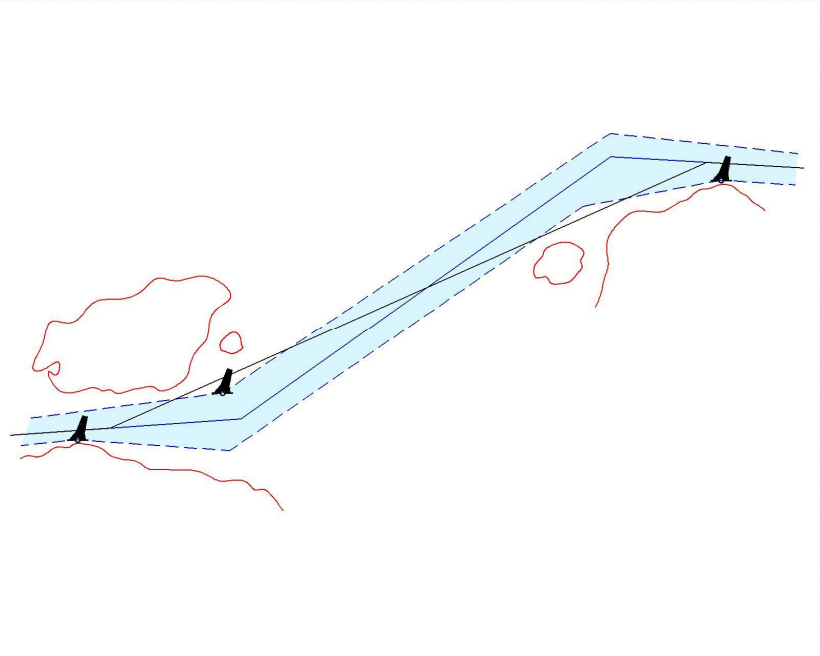
Väylän linjaus, suunnitteluesimerkki 1 A

- Mahdollisimman suora linjaus
- Täyttää suunnittelukriteerit, mutta ei navigoitavuudeltaan paras mahdollinen (etäisyys reunamataliin minimissään, käännös kapeikossa)



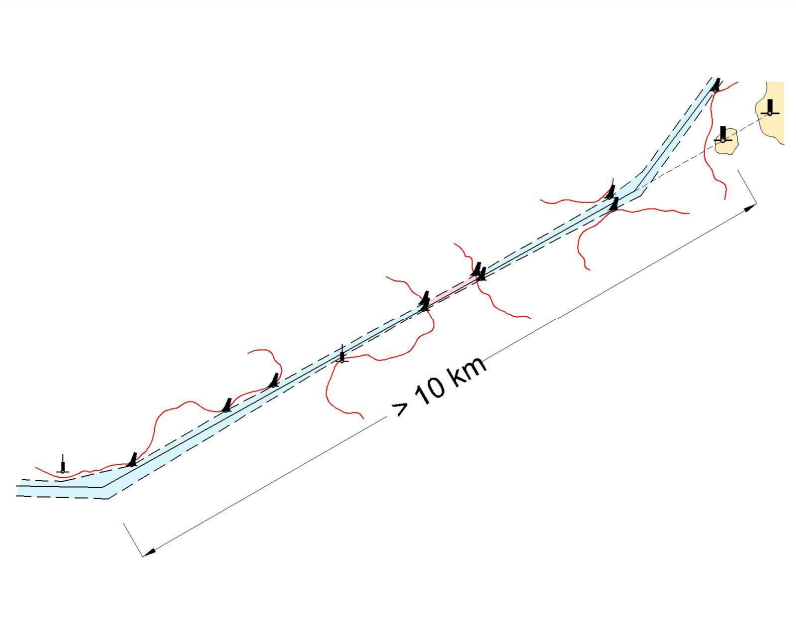
Väylän linjaus, suunnitteluesimerkki 1 B

- Linjausta käännetty >> linjaus hieman pidempi, kaarteet hieman jyrkemmät
- Väyläleveys ja reunamarginaalit suuremmat, käännökset väljemmillä vesialueilla, täyssyvää vesialuetta hyödynnetty enemmän



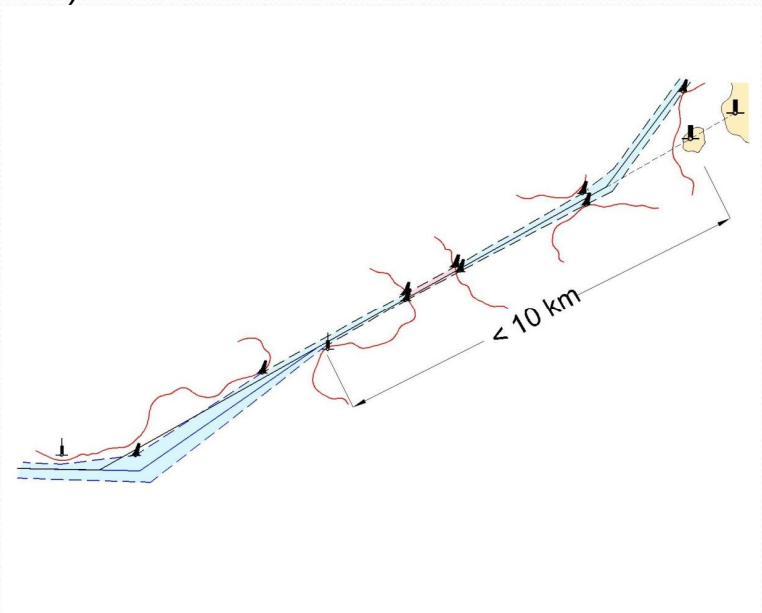
Väylän linjaus, suunnitteluesimerkki 2 A

- Pitkä linja >> korkeat taulurakenteet, suuret linjataulut, käytettävissä vain hyvissä näkyvyysolosuhteissa
- Kapea väyläalue, pienet reunamarginaalit



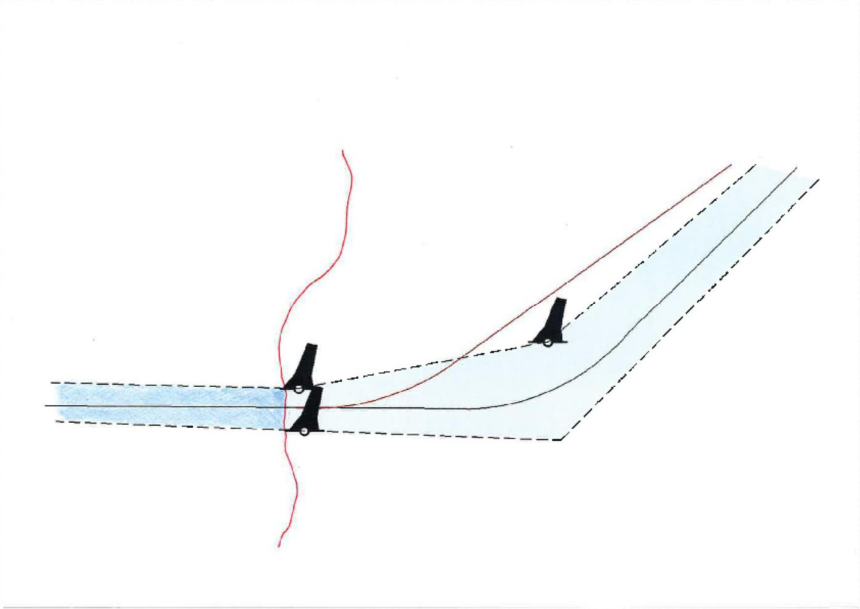
Väylän linjaus, suunnitteluesimerkki 2 B

- Pitkä linja jaetta kahdeksi linjaksi >> pienemmät/matalammat linjamerkkirakenteet toimii huonommallakin näkyvyydellä.
- Väylälevyttä saadaan toiseen päähän lisää (hyödynnetään täyssyvää vesialuetta tehokkaammin)



Väylän linjaus, suunnitteluesimerkki 3

- Käännöstä siirretty kauemmaksi kapeikosta. Asennettu täyssyvälle vesialueelle käännöspoiju, jonka kielrtäöminen pakottaa käännöksen tekmiseen ennen kapeikkoa.



Väylän linjauksen suunnittelussa huomioitavaa (2)

- Käännösten välttäminen lähellä satamaa (käännöksessä pystyttävä pitämään ohjailtavuuden kannalta riittävää nopeutta, minkä jälkeen vauhdin hidastamiseen ja aluksen pysäyttämiseen jäätävä riittävän pitkä suora osuus ennen laitureita).

- Aluksen pysäytysmatka voidaan karkeasti määrittää kaavalla (koneiden käydessä puolella taakse) :

- $D = 4 * L * (\frac{v}{2,5})^{\frac{3}{4}} + L$

  D = pysäytysmatka m
  L = aluksen pituus m
  v = aluksen nopeus m/s, v > 2,5 m/s

-
- Esim.
- Kun v = 8 solmua, pysäytysmatka 6,7 L
- Kun v = 10 solmua, pysäytysmatka 7,7 L
- Kun v = 12 solmua, pysäytysmatka 8,7 L

Väylän linjauksen suunnittelussa huomioitavaa (3)

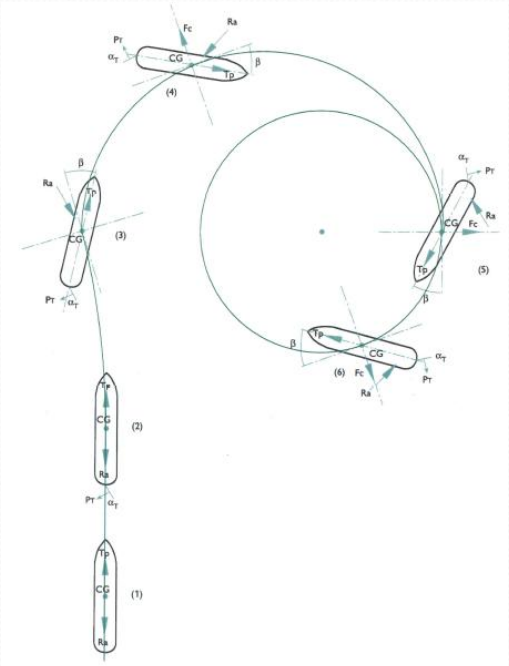
- Kapeikoissa voimakkaasti toispuoleisten reunamatalien välttäminen toispuoleisten, alusta kääntävien reunavaikutusten (bank effect) välttämiseksi.
- Ruoppausten sekä kalliiden rakentamis- ja ylläpitokustannusten välttäminen.
- Väylän merkintämahdollisuudet (varsinkin linjamerkkien perustamismahdollisuudet).
- Vesialueen muut käyttömuodot ja ympäristövaikutukset (mm. alusliikenteen haittojen minimointi).
- Toimivuudeltaan hyvän luotsipaikan saaminen väylän ulkopäähän (suojaisuus, riittävä väljyys, saavutettavuus, mahdollisuuksien mukaan).
- Yksikaistaiseksi suunnitellun väylän varrella tulisi olla riittävästi levennyksiä alusten kohtaamis- ja ohitustilanteita varten
- Vallitsevat tuulen ja virtausten suunnat

Talviliikenteen huomiointi linjauksen suunnittelussa

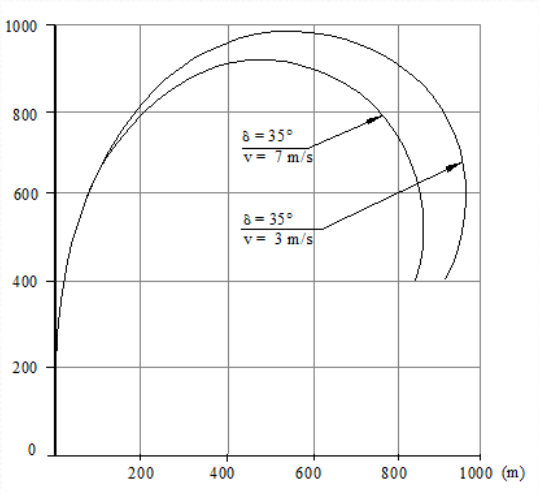
- Pyritään välttämään jääolosuhteiltaan hankalaksi todettuja alueita. Tällaisia alueita ovat etenkin liikkuvien jäiden alueet ja ahtojääalueet.
- Pyritään valitsemaan mahdollisimman suojaisa reitti.
- Kohtia, joissa jäät pääsevät ahtautumaan kapeikkoon, tulisi välttää (kohdan kiertäminen hankalaa).
- Otetaan huomioon mahdollisuus käyttää vaihtoehtoisia (rinnakkais)reittejä, mm. jäänmurtajia varten, jotta ne pääsevät kiertämään kapeikkoon juuttuneen aluksen.
- Jääolosuhteet voivat vaikeuttaa ja hidastaa aluksen kääntymistä, minkä vuoksi suuria kääntymiskulmia ja normaalimitoitusarvoja pienempiä kaarresäteitä tulee jääolosuhteiltaan vaikeissa väyläkohdissa välttää.

Kaarteiden mitoitus

- Aluksen kääntymistä approksimoidaan suunnittelussa yleisesti ympyrän kaarella. Todellisuudessa kulmanopeus kasvaa kaarteen alkuvaiheessa, ja saavuttaa vakion vasta tietyn kääntymisvaiheen jälkeen.
- Mitoitusohjeissa tämä on huomioitu siten, että linjojen välisen kääntymiskulman suuretessa kaarresäde pienenee seuraavasti:
  - R = 5 x L, kun suunnanmuutos yli 30 astetta
  - R = 5 … 10 x L, kun suunnanmuutos 30 … 1 astetta
- Tarkentavassa mitoituksessa ohjearvoja voidaan tarkentaa ottaen huomioon mm.:
  - Kaarrealueen vesisyvyys
  - Mitoitusaluksen alustyyppi-/aluskohtaiset kääntymisominaisuudet
  - Kääntymiskulman suuruus

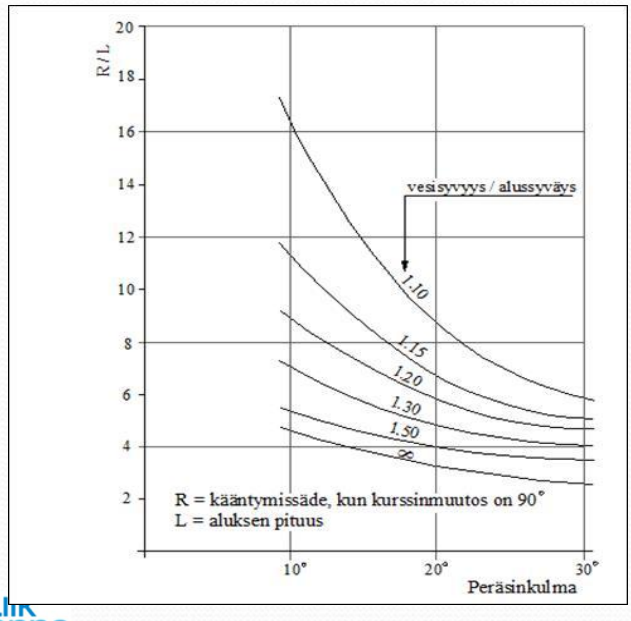


- Tankkialuksen kääntymiskäyriä (L= 270 m)



Kaarteiden mitoitus

Konttialuksen kääntymissäteen riippuvuus peräsinkulmasta ja vesi-syvyydestä



Alusten kaarresäteitä tilanteessa, jossa kääntymiskulma on 90 astetta ja vesisyvyys h/T = 1,2.

ALUSTYYPPI	KAARRESÄDE
kappaletavara-alus	5L
pieni kappaletavara-alus	6L
konttialus (panamax)	6L
bulkalus (Panamax)	6L
pieni bulkalus	5L
tankkialus	5L
LNG-alus	4L
matkustaja-alus	4L
lautta-alus	5L

Väylän nimellinen kulkusuunta

Nimellisen kulkusuunnan määräytymiskriteerit:

- satamien tuloväylillä satamaan päin
- latvavesillä avovesiltä rantoihin päin
- rannikon suuntaisilla väylillä lännestä itään (Suomenlahdella) sekä etelästä pohjoiseen (Pohjanlahdella), tarkastelupisteenä Utö

Näkyy käytännössä:

- Lateraalisesti merkityillä väylillä väylän oikea ja vasen reuna määräytyvät nimellisen kulkusuunnan mukaan
- Tietojen esittämisjärjestys nimellisen kulkusuunnan mukaan (väyläsuunnitelmassa, väylä- ja turvalaiterekistereissä, loistokirjassa)

Väylän alkukohdan määräytyminen

Väylän tulee vähintään ulkopäästään ulottua vähintään (ulkomereltä alkavilla väylillä):

- 1–2 mpk väylän ulommista turvalaitteista ulospäin
- luotsipaikalle
- väylän läheisyydessä olevien matalien ohi (matalat voivat olla sen verran kaukana väylästä, ettei niitä ole välttämättä merkitty turvalaittein)
- vesisyvyyteen, joka on vähintään 2 x kulkusyvyys (syvyyssuhteiltaan selväpiirteisillä ja selvästi syvenevillä rannikkoalueilla).