Linjalaskenta

Vesiväylänsuunnittelukoulutus - osa 1: Väylänsuunnittelun perusteet 7-9.10.2014

Sami Lasma, Liikennevirasto

Linjamerkit

- ”Turvalaite, joka yhdessä toisen linjamerkin kanssa osoittaa väylälinjan. Saman linjan merkkejä kutsutaan nimikkeillä alempi ja ylempi. Alempi sijaitsee väylältä katsottuna lähempänä ja vedenpintaan nähden alempana”
- Päivämerkkeinä toimivat linjataulut, jotka on varustettu myös valoheijastimilla
- Valolaitteella varustettua linjamerkkiä kutsutaan myös linjaloistoksi. Linjaloistossa voi olla myös päivävalo
- Lisäksi merkissä voi olla tutkaheijastin tai tutkamajakka

Linjalaskenta

- Linjalaskennalla tarkoitetaan linjamerkkien mastojen, taulujen, valojen ja heijastimien mitoitusta
- Muuttujia on paljon, joten arvojen optimointi on käytännöllisintä tehdä mitoitusohjelman avulla
- Linja pystytään harvoin suunnittelemaan pelkästään navigoinnin ehdoilla, silla vesiväylän ominaisuudet, merkkien rajalliset pystytyspaikat, maaston ominaisuudet, rakennuskustannukset ym. asettavat omat rajoitteensa.

Ohjeet ja ohjelmat

- Ohjeita
  - Vesiväylien linjalaskennan perusteet, Liikenneviraston oppaita 2/2013
  - IALA Guideline 1023 The Design Of Leading Lines Edition 1.1, December 2005
  - IALA Recommendation for Leading Lights (E-112)

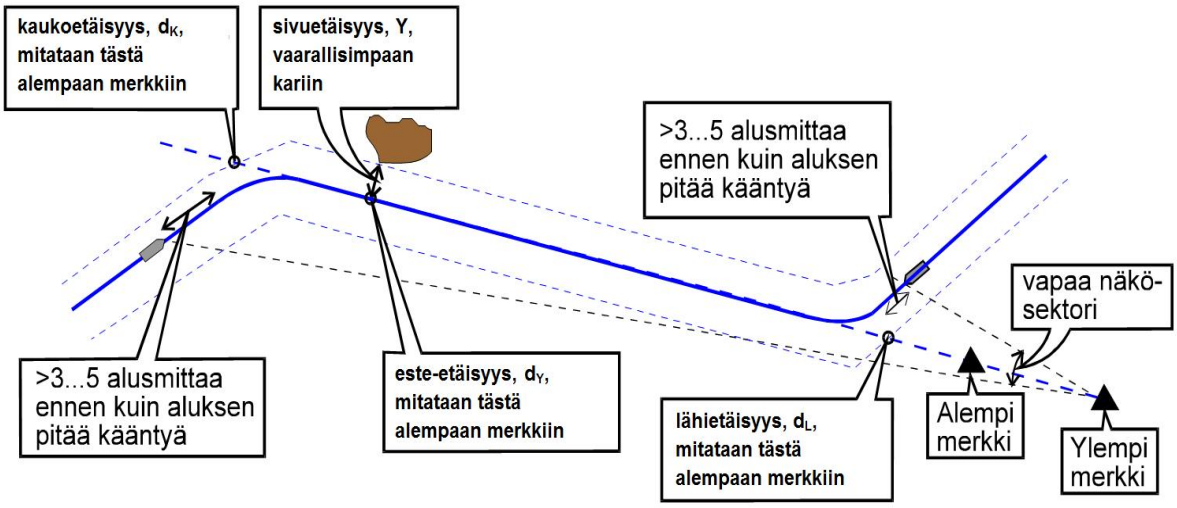
    (IALA = International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities)

- Laskentaohjelmia
  - Liikennevirasto linjalaskentaohjelma 1.1 (2011)
  - Merenkulkulaitos Linjalaskenta 8.0 (2003)
  - IALA:n Excel-taulukko, Recommendation E-112 Excel program

www.iala-aism.org/
www.liikennevirasto.fi/julkaisut

Linjalaskenta, lähtöparametrit

Lähtöparametrit



Lähtöparametrit

- Etäisyys väylän etäisimmän havaintopisteen ja alemman merkin välillä, ns. kaukoetäisyys (d_K). Etäisyys mitataan edellisen väylänosan etäisimmästä laidasta
- Etäisyys väylän lähimmän havaintopisteen ja alemman merkin välillä, ns. lähietäisyys (d_L). Etäisyys mitataan edellisen väylänosan lähimmästä laidasta
- Etäisyys vaarallisimman karin ja alemman merkin välillä, ns. karietäisyys (d_Y)
- Etäisyys vaarallisimman karin ja väylän keskiviivan välillä, ns. sivuetäisyys (Y)
- Vaarallisin kari on se, jossa vaakakulma karin ja väylän keskiviivan välillä alemmalta merkiltä katsottuna on pienin. Usein tarkastellaan varmuuden vuoksi useita eri kareja
- Merkkien rakennuspaikkojen korkeudet merenpinnasta (MA, MY)
- Merkkien välinen etäisyys (d_R)

Laskentaperusteet

Katselukorkeus

- Katselukorkeutena käytetään tavallisesti arvoa 5 m kauppamerenkulun meriväylillä ja arvoa 2 m sisävesiväylillä ja veneväylillä
- Mikäli väylää käyttävät sekä kauppamerenkulku että poikkeuksellisen vilkas veneliikenne, joka ei voi käyttää vaihtoehtoisia väyliä on katselukorkeuden valinnassa käytettävä harkintaa. Alempi katselukorkeus merkitsee yleensä korkeampia rakentamiskustannuksia
- Jos tiedetään tarkasti alusten katselukorkeudet, voidaan käyttää tapauskohtaisesti räätälöityä arvoa

Taulujen mitat

- Taulujen mitat saadaan yhtälöistä:

$$k = d \times 0{,}00052 + v_1$$
$$l = d \times 0{,}0004 + v_2$$

joissa
k = taulun korkeus (m)
l = taulun leveys (m)
d = havaintoetäisyys (m)
Alempi merkki: d = kaukoetäisyys (d_K)
Ylempi merkki: d = kaukoetäisyys (d_K) + merkkien välinen etäisyys (d_R)
v_1, v_2 = vakioita
Kauppamerenkulun väylät merialueilla: v_1 = 1,9 ja v_2 = 1,4
Sisävesi- ja veneväylät: v_1 = 1,3 ja v_2 = 0,9

- Kauppamerenkulun meriväylillä taulun minimimitat ovat k×l = 4,5×3,0 m2 ja sisävesillä sekä veneväylillä 1,5×1,0 m2. Taulun käytännöllinen maksimipinta-ala on n. 100 m2
- Taulu muodostuu kolmesta yhtä leveästä pystykaistasta joista keskimmäinen on yleensä valkoinen tai keltainen ja laitakaistat punaisia tai painvastoin

Valot

- Loistoluetteloissa ilmoitut valojen kantamat ovat nimellisiä kantomatkoja, joiden laskennassa käytetään valolaitteen tehollista valovoimaa I_e, joka saadaan huomioimalla valotunnuksen aiheuttama valovoiman pieneneminen. Lisaksi oletetaan, että ilmatieteellinen näkyvyys on 10 M, eli 18520 m:

$$I_e = \frac{d^2 E}{0{,}05^{\frac{d}{18520}}}$$

jossa
I_e = tehollinen valovoima (cd)
d = havaintoetäisyys (m)
E = kynnysvalaistusvoimakkuus (lx)

- 1×10^{-6} lx (yö-valot)
- 1×10^{-3} lx (päiväloistot)

Valot -laskenta

- Tavoitteena on saada alempi ja ylempi loisto näyttämään yhtä kirkkailta kaukopisteessä
- Aloitetaan laskemalla alemman loiston valovoimat:
  - Minimivalovoima, kun E = 1×10^{-6} lx ja d = kaukoetäisyys (d_K)
  - Maksimivalovoima, kun E = 1,0 lx ja d = lähietäisyys (d_L)
- Valitaan alempaan loistoon lyhty, jonka tehollinen valovoima osuu näiden kahden ääriarvon väliin. Ratkaistaan alemman loiston E-arvo kaukopisteessä (E_1) valitulla lyhdyllä
- Lasketaan seuraavaksi ylemmän loiston valovoimat:
  - Valovoima, kun E = E_1 ja d = kaukoetäisyys (d_K) + loistojen välinen etäisyys (d_R)
  - Maksimivalovoima, kun E = 1,0 lx ja d = lähietäisyys (d_L) + merkkien välinen etäisyys (d_R)
- Valitaan ylempään loistoon lyhty, jonka valovoima on mahdollisimman lähellä laskettua arvoa ja joka tapauksessa pienempi kuin maksimivalovoima. Ratkaistaan lopuksi ylemmän loiston E-arvo kaukopisteessä (E_2) valitulla lyhdyllä
- Päivävaloilla häikäisy ei ole ongelma, joten maksimivalovoimia ei tarvitse laskea

Taustavalojen vaikutus (yö)

Taustavalon voimakkuus	Kerroin	Kynnysvalaistus-voimakkuus E (10^{-6} lx)	Kuvaus
Ei taustavaloa	1	1	Taustalla vain muita valaistuja tur-valaitteita tai ei ollenkaan valoja
Vähäinen / kohtalainen taustavalo	2	2	Harvassa olevia ja/tai himmeitä valoja. Esim. asuinalue tms.
Voimakas taustavalo	10	10	Paljon (satoja) ja/tai kirkkaita valo-ja. Esim. kaupunki, pysäköintialue, valtatie, tehdas, suuri satama tai teollisuusalue

Ilmatieteelliset olosuhteet (päivä)

- Ilmatieteelliset olosuhteet ja linjan ilmansuunta voivat vaikuttaa huomattavasti päivävalojen havainnointiin. Taulukon avulla voidaan arvioida kantomatkoja eri olosuhteissa
- Mitoituksessa ei tulisi käyttää pienempiä arvoja kuin $E=1\times10^{-3}$ lx
- Tarvittaessa voidaan valita suurempi arvo näkyvyyden varmistamiseksi.

Ilmatieteelliset olosuhteet	Taustaluminanssi (cd/m²)	Kynnysvalaistusvoimakkuus E (10^{-3} lx)
Hyvin tumma pilvinen taivas*	100	0,013
Tumma pilvinen taivas*	200	0,024
Tavanomainen pilvinen taivas*	1000	0,107
Kirkas pilvinen taivas* tai selkeä taivas poispäin auringon suun-nasta	5000	0,506
Kirkas pilvi (auringon va-laisema) tai selkeä taivas lähel-lä auringon suuntaa	10 000	1
Erittäin kirkas pilvi	20 000	1,98
Häihäisevän kirkas pilvi	50 000	4,91

*) Taivas on lähes kokonaan tai kokonaan pilvien peitossa (90–100%), yksittäisiä pilviä ei yleensä ole näkyvissä (overcast sky)

Valotunnus

- Alempi linjaloisto toimii ohjausvalona, joten sen jakson tulisi olla riittävän lyhyt. Tunnukseksi valitaan yleensä pikavilkku esim. 0,3+0,7=1,0 s (Pv-Sx 1 s)
- Loistojen välisen vaakakulman avulla määritetään aluksen sijainti linjan keskiviivaan nähden, joten ylemmän loiston tulee palaa osan ajasta samanaikaisesti alemman kanssa. Yleisimmin käytetty tunnus on 2+4=6 s (KV-LB-LF6 s)
- Tahdistus on käyttäjän kannalta paras vaihtoehto. Tällöinkin loistoille on valittava eri tunnus siltä varalta, että toinen sammuu
- Verkkokäyttöisiin loistoihin voidaan valita myös katkovalo- tai tasavalotunnuksia. Kiinteän valon käyttöä tulisi välttää, koska se voidaan sekoittaa taustavaloihin
- Käytettävät valon värit ovat yleisimmin valkoinen ja keltainen. Punaista ja vihreää voidaan käyttää erityistapauksissa

Laskentaperusteet – heijastimet

- Heijastimia käytetään valojen vaihtoehtoina vähemmän merkityksellisillä väylillä. Niillä on merkitystä myös valaistuilla väylillä valolaitevian sattuessa
- Periaatteessa laskenta tehdään kuten valoilla, mutta maksimiarvoja ei tarvitse laskea
- Heijastimen minimipinta-ala saadaan yhtälöstä:

$$A = \frac{Ed^4}{IR \times 0{,}05^{\frac{2d}{18520}}}$$

jossa
A = heijastimen pinta-ala (m2)
E = kynnysvalaistusvoimakkuus (lx) (1×10^{-6} lx)
d = havaintoetäisyys (m)
I = valaisimen valovoima (cd), veneet 10000 cd, alukset 100000 cd
R = heijastinkalvon ominaisheijastusarvo (cd/lx*m2)

- Alemman merkin heijastinkalvo alkaa taulun alareunasta ja ylemmässä taulun yläreunasta
- Kun heijastinalat on määrätty, ratkaistaan yhtälöllä lopulliset E-arvot kummallekin merkille

Minimipystykulma

- Sekä valoille että heijastimille on laskettava minimipystykulma kaukopisteessä. Pystykulman tulee olla vähintään minimipystykulman suuruinen, jotta vältetään valojen yhteensulautuminen

$$\gamma_m = [2{,}4 - 0{,}06|\log(E_2/E_1)| + 0{,}26|\log(E_2/E_1)|2 + \log E^{+}(0{,}2 - 0{,}02|\log(E_2/E_1)| - 0{,}02|\log(E_2/E_1)|2)] \times 10^{-3}$$

jossa
γ_m = minimipystykulma (rad)
E_2 = ylemmän loiston valaistusvoimakkuus kaukopisteessä (lx)
E_1 = alemman loiston valaistusvoimakkuus kaukopisteessä (lx)
E+ = E_1 tai E_2:stä valitaan suurempi arvo (lx)

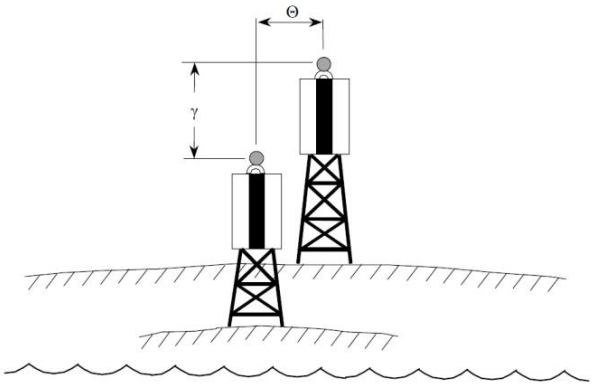
- Mikäli tulos on alle 1,50 mrad valitaan tulokseksi γ_m = 1,5 mrad

Kulmien ja korkeuksien laskeminen

- Kaikki korkeudet ja pystykulmat lasketaan samalla yhtälöllä muunnettuna kolmeen eri muotoon. Sitä sovelletaan sekä valojen että taulujen ylä- ja alareunojen laskemiseen:

$$\gamma = \frac{H_2 - H_K}{d_1 + d_2} - \frac{H_1 - H_K}{d_1} - 6{,}75 \times 10^{-8} \times d_2$$

jossa
γ = pystykulma (rad)
d_1 = havaintoetäisyys lähimpään kohteeseen (m)
d_2 = etäisyys kohteiden välillä (m)
H_1 = lähimmän kohteen korkeus (m)
H_2 = etäisemmän kohteen korkeus (m)
H_K = katselukorkeus (m)



Muita lähtöarvoja ja reunaehtoja 1/3

- Pituudeltaan yli 12000 m linjoja ei yleensä kannata tehdä, vaan on harkittava muita vaihtoehtoja
- Mikäli kaukoetäisyys on alle 50 m, asetetaan kaukoetäisyydeksi 50 m

Taulut:

- Taulun alareunan etäisyyden maahan tulee olla vähintään 1,0 m, jotta kinostuva lumi, pensaat ym. eivät peitä taulua liian helposti
- Alataulu näkyy kokonaan etu- ja välimaaston yläpuolella sekä kauko- että lähipisteessä
- Ylätaulusta näkyy vähintään 3 m (jos taulu on korkeudeltaan pienempi kuin 3 m valitaan taulun korkeus) tai 66 % (valitaan arvoista pienempi) alataulun takaa linjan lähipisteessä
- Ylätaulu näkyy kokonaan etu- ja välimaaston yläpuolella ja vähintään puoliksi tausta-maaston yläpuolella kaukopisteessä

Muita lähtöarvoja ja reunaehtoja 2/3

Valot:

- Alemman valon etäisyys maahan tulee olla vähintään 3,5 m (kauppamerenkulun meriväylät) tai 2,5 m (sisävesiväylät). Alemman valon ei tule olla korkeammalla kuin 0,5 m taulun yläreunasta tai taulun alareunan alapuolella
- Ylempi valo on tavallisesti 0,5 m taulun yläreunan yläpuolella, mutta se voi sijaita alempanakin, ei kuitenkaan taulun alareunan alapuolella

Näköesteet:

- Näköesteet on huomioitava myös väylän osalle tultaessa, jotta linjalle turvallisesti kääntyminen on mahdollista
- Merialueilla huomioidaan enintään 4 m ja sisävesialueilla 1 m korkuiset aallot näköesteinä
- Satamalinjoja rakennettaessa on huomioitava satamassa olevien alusten näköestevaikutus. Näköeste voi olla myös ylätaulun takana. Ylätaulusta pitää näkyä vähintään puolet esteen tai metsän yläpuolella

Muita lähtöarvoja ja reunaehtoja 3/3

- Maantieteellinen kantomatka on geometrisistä suureista, eli kohteen korkeudesta H, maapallon kaarevuudesta ja katselukorkeudesta H_K määräytyvä teoreettinen kantomatka, joka saadaan metreinä yhtälöstä:

$$3849\left(\sqrt{H_K} + \sqrt{H}\right)$$

- Alataulun alareunan minimikorkeudella 1 m, taulu alkaa jäädä horisontin alapuolelle n. 9300 m etäisyydellä katselukorkeuden ollessa 2 m ja 12400 m etäisyydellä katselukorkeuden ollessa 5 m. Tätä pidemmillä linjoilla alataulua pitää alkaa nostamaan minimiarvoa ylemmäksi

Optimointi

Kun on määrätty katselukorkeus ja laskettu taulujen koot, valovoimat, heijastinalat sekä minimikulma, laskentaa jatketaan optimoinnilla

- Määritetään mastojen minimikorkeudet, yleensä taulun korkeus + 1 m, sekä alavalon minimi-korkeus 3,5 tai 2,5 m. Minimikorkeuteen huomioidaan myös maasto ja muut reunaehdot
- Varmistetaan, että alataulun alareuna näkyy horisontin yläpuolella kaukoetäisyydeltä huomioiden myös aallot. Nostetaan alataulua tarvittaessa
- Määritellään ylemmän lyhdyn asennuskorkeus, jotta minimipystykulma saavutetaan
- Tarkastetaan, että ylätaulu näkyy. Mikäli ehtoja ei voida täyttää taulua nostamatta, taulua nostetaan. Alavalon uusi korkeus määritellään ottaen huomioon reunaehdot
- Mikäli ylempi taulu on jo huomattavan korkealla maaston tms. syiden takia, korotetaan alataulua ja vastaavasti alavaloa niin, että reunaehdot täyttyvät
- Tapauksissa, joissa maaston korkeuserot ovat suuret ja lähietäisyys pieni, taulujen välinen kulma kaukopisteessä tulee huomattavan suureksi. Tämä korjataan pidentämällä ylätaulua alaspäin niin paljon, että taulujen välinen kulma kaukopisteessä on <1 mrad

Tarkastuslaskenta

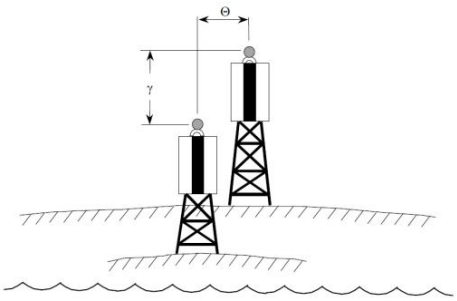
Turvakulma

- Optimointivaiheessa saadulle tulokselle lasketaan turvakulma, joka saadaan yhtälöstä:

Jos $\gamma_Y \leq 5{,}0\times10^{-3}$ rad:
$\Theta'_1 = 0{,}16 \times 10^{-3} + 0{,}12\gamma_Y$

Jos $5{,}0\times10^{-3} \leq \gamma_Y \leq 20{,}0\times10^{-3}$ rad:
$\Theta'_1 = 0{,}31 \times 10^{-3} + 0{,}09\gamma_Y$
$\Theta'_2 = 0{,}35\gamma_Y$

jossa
γ_Y = valojen pystykulma vaarallisimman karin kohdalla (rad)
Θ_D, Θ'_1, Θ'_2 = turvakulma (rad)
Lopullinen turvakulma Θ_D on kulmista Θ'_1 ja Θ'_2 suurempi



Turvaetäisyys

- Turvaetäisyys, eli jäljellä oleva sivuetäisyys vaarallisimpaan kariin, kun huomataan, että linja on "auki" (valot eivät näytä olevan linjassa) saadaan yhtälöstä:

$$S = Y - \Theta_D \times d_Y \times (1 + d_Y / d_R)$$

jossa
S = turvaetäisyys (m)
Y = etäisyys väylän keskiviivasta vaarallisimpaan kariin (m)
Θ_D = turvakulma (rad)
d_Y = etäisyys alemmasta merkistä vaarallisimpaan kariin (m)
d_R = merkkien välinen etäisyys (m)

- Turvaetäisyyden laatua arvioidaan siten, että laivan sivun ja karin väliin täytyy jäädä esim. vähintään 0,5...2,0 laivan leveyttä, ottaen huomioon, että havainnoitsija seisoo keskellä alusta. Mikäli turvaetäisyys jää liian pieneksi, linjaa voidaan olennaisesti parantaa vain merkkien välistä etäisyyttä kasvattamalla tai poistamalla vaarallinen kari

K-arvo

- K-arvo on luku, joka osoittaa minkälainen linjan herkkyys on suhteessa väylän leveyteen:

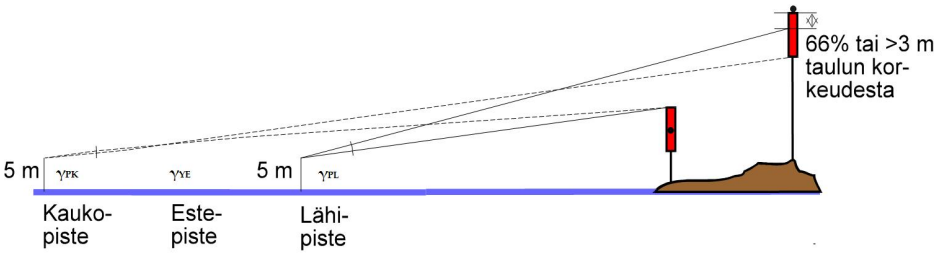
$$K = (\Theta_D / \gamma_Y) / ((Y - S) / (2Y))$$

jossa
K = K-arvo
Θ_D = turvakulma (rad)
γ_Y = valojen pystykulma vaarallisimman karin kohdalla (yhtälö 2.7:3) (rad)
S = turvaetäisyys (m)
Y = etäisyys väylän keskiviivasta vaarallisimpaan kariin (m)

- Jos K-arvo on alle 1,5, linja on liian "laiska" ja jos se on yli 4,5, on linja liian "herkkä". Alle 1,5 K-arvot muodostavat turvallisuusriskin
- K-arvoon voidaan vaikuttaa lähinnä säätämällä merkkien välistä etäisyyttä, joka ei maantieteellisten rajoitusten takia aina onnistu

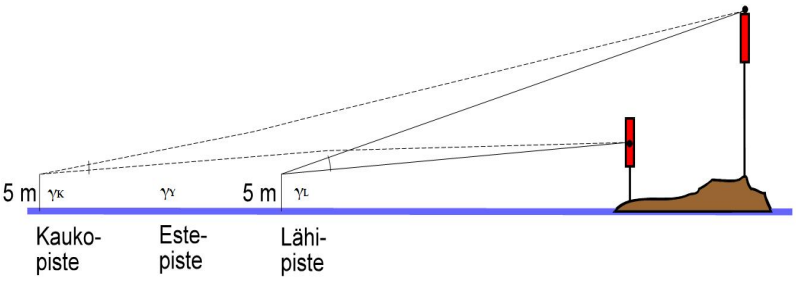
Pystykulmat, taulut

- γ_H, eli kulma alataulun alareunan ja horisontin välillä kaukopisteestä katsottuna tulee olla >0 mrad
- γ_{PL}, eli alataulun yläreunan ja ylätaulun sen kohdan, joka on 3 m tai 66 % yläreunasta (pienempi arvo valitaan), välinen kulma lähipisteestä katsottuna tulee olla >0 mrad
- γ_{PK}, alataulun yläreunan ja ylätaulun alareunan välinen kulma kaukopisteestä katsottuna tulee olla pienempi kuin 1,0 mrad mutta suurempi kuin 0,2 mrad



Pystykulmat, valot

- Piirroksissa nähdään em. kulmat graafisessa muodossa sekä taulujen että valojen osalta. Karin kohdalla tähtäysviivat on selvyyden vuoksi jätetty pois. Ne ovat samanlaiset kuin kaukopisteestä katsottuna, mutta vedettynä estepisteestä.
- γ_K, eli valojen välinen kulma kaukopisteestä katsottuna tulee olla >1,5 mrad
- γ_Y, eli valojen välinen kulma karin kohdalta katsottuna tulee olla >1,5 mrad
- γ_L, eli valojen välinen kulma lähipisteestä katsottuna tulee olla >0,75 mrad



Linjalaskentaohjelmat

IALA:n laskentataulukko

- IALA:n Excel-taulukko, Recommendation E-112 Excel program
- Eroavaisuuksia Liikenneviraston ohjeisiin mm. seuraavissa kohdissa:
  - Sijoittaa valon aina taulun yläpuolelle → korkeampia mastoja
  - Ei mahdollista ilmoittaa maastokorkeuksia
  - Mahdollista huomioida vuorovesi (MRT)
  - Kanavan leveys vrt. vaarallisen karin etäisyys
  - CTF (Cross-Track Factor) 10:llä eri etäisyydellä vrt. K-arvo vaarallisen karin kohdalla
  - Minumum/design/maximum visibility vrt. Liikenneviraston 10M näkyvyys
  - Minimum/recommended intensity vrt. Liikenneviraston minimiä vastaava
  - Taustavalojen korjauskertoimet suurempia
  - ”Safe Height Above Water (SAFHW)” oletuksena “0”, Liikennevirastolla aina vähintään 1 m ja lisäksi huomioitu aallonkorkeus

Liikenneviraston / MKL:n ohjelmat

- Liikennevirasto linjalaskentaohjelma 1.1 (2011)
  - Java-pohjainen
  - Virheitä, vaatii päivityksen

- Merenkulkulaitos Linjalaskenta 8.0 (2003)
  - Windows (Visual Basic)
  - Laskee hieman liikenneviraston ohjeita suurempia tauluja. Merkitystä lähinnä pitkillä linjoilla
  - Yövalojen laskennassa kiinteä “huoltokerroin” 0,8
  - Yövaloilla voimakkaan taustavalaistuksen kerroin 20 (ohjeessa 10)
  - Päivävaloilla kynnysvoimakkuus 2 mlx (ohjeessa 1 mlx)

Laskentaesimerkki

Laskentaesimerkki

- Tupavuori alempi (3335) ja ylempi (3336), Utö-Naantali-väylällä
- Tarkastellaan olemassa olevaa merkintää ja sen toimivuutta

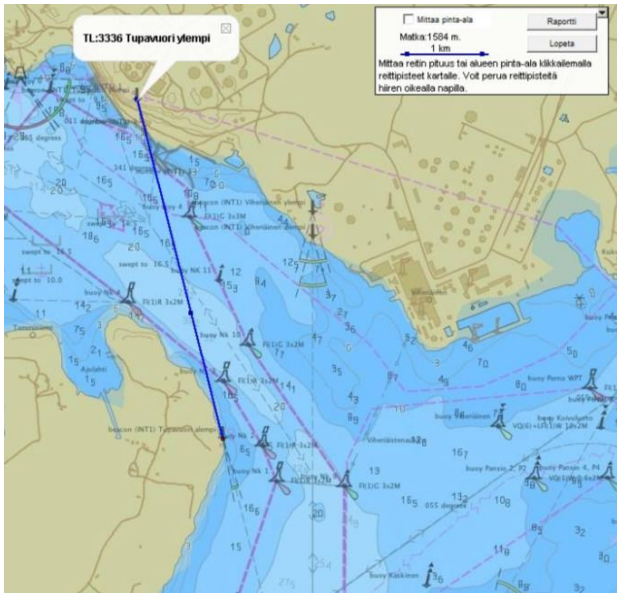
- Alempi
- Maston korkeus: 22m
- Rakennuspaikan korkeus: 2m
- Taulun korkeus: 7,2m
- Taulun leveys: 4,7m
- Valon korkeus: 24,4m

- Ylempi
- Maston korkeus: 10,4m
- Rakennuspaikan korkeus: 37,5m
- Taulun korkeus: 9,4m
- Taulun leveys: 6,2m
- Valon korkeus: 48,4m

Merkkien välinen etäisyys

- Etäisyys ylemmästä merkistä alempaan merkkiin ns. linjan ”kanta”

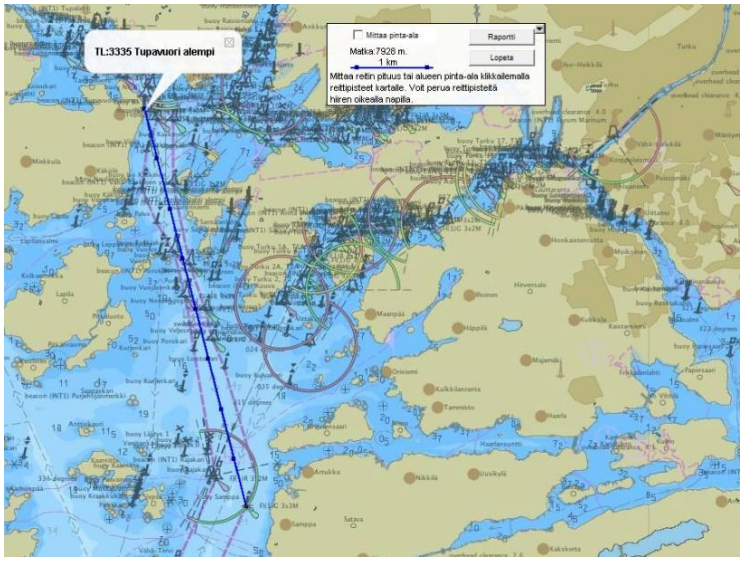
  → 1584 m



Kaukoetäisyys

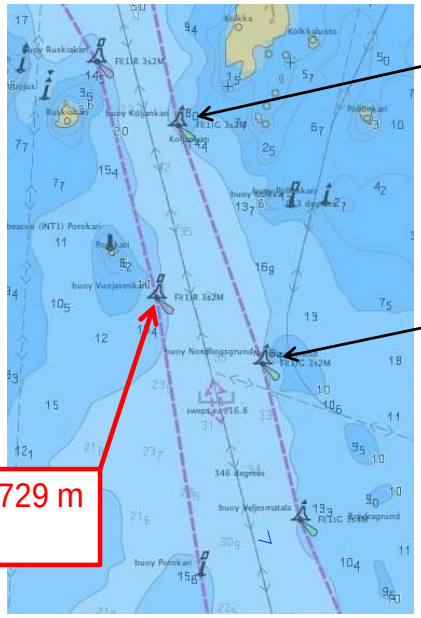
- Etäisyys väylän etäisimmän havaintopisteen ja alemman merkin välillä, ns. kaukoetäisyys. Etäisyys mitataan edellisen väylänosan etäisimmästä laidasta

  →7928 m



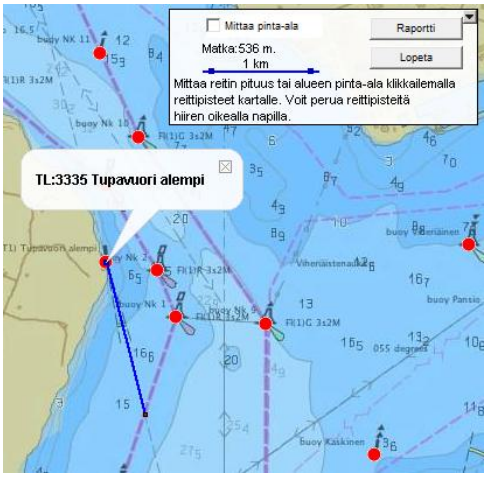
Kari- ja sivuetäisyys

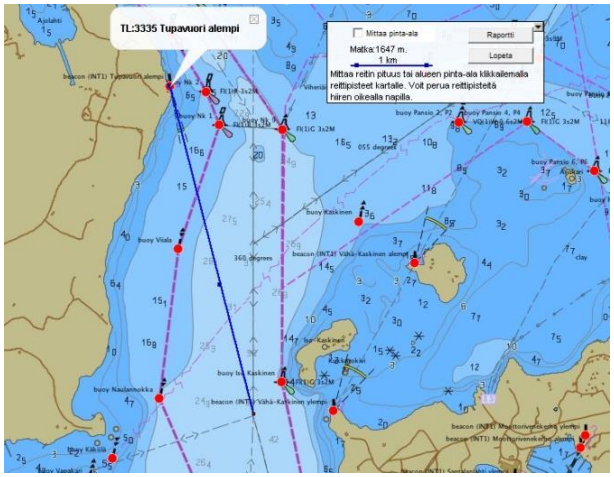
- Tutkitaan tarvittaessa useampia kohtia
- Kuvassa on esitetty ”karin” sivuetäisyys väylälinjasta ja etäisyys alemmasta merkistä
- Vaarallisin kari on se, jossa vaakakulma karin ja väylän keskiviivan välillä alemmalta merkiltä katsottuna on pienin
  → $\tan^{-1}$ (127m/3729m) = 1,95°



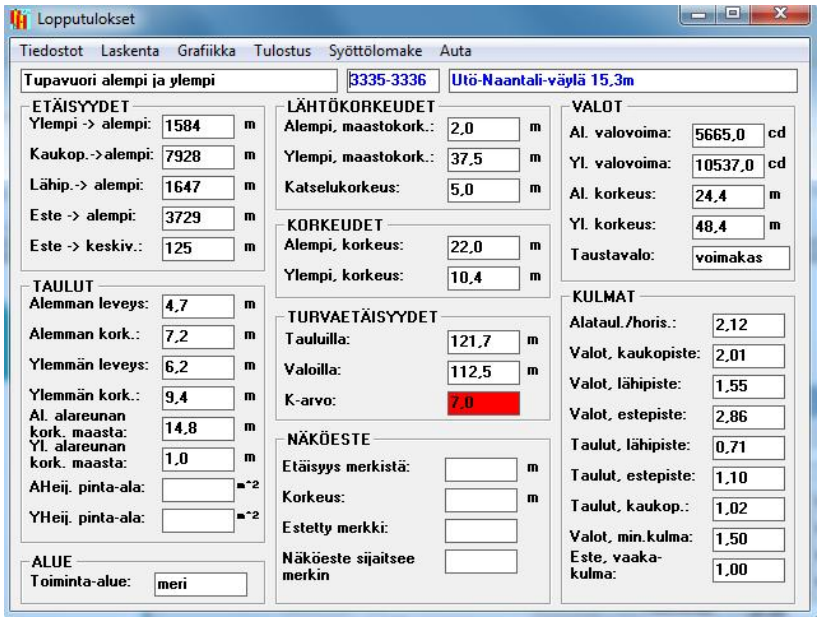
Lähietäisyys

- Etäisyys väylän lähimmän havaintopisteen ja alemman merkin välillä, ns. lähietäisyys. Etäisyys mitataan edellisen väylänosan lähimmästä laidasta → 536 m
- Vaihtoehtoinen lähietäisyys 1647 m





Lopputulokset



Lopputulokset

Tiedostot Laskenta Grafiikka Tulostus Syöttölomake Auta

Tupavuori alempi ja ylempi | 3335-3336 | Utö-Naantali-väylä 15,3m

ETÄISYYDET		
Ylempi -> alempi:	1584	m
Kaukop.->alempi:	7928	m
Lähip.-> alempi:	1647	m
Este -> alempi:	3729	m
Este -> keskiv.:	125	m

TAULUT		
Alemman leveys:	4,7	m
Alemman kork.:	7,2	m
Ylemmän leveys:	6,2	m
Ylemmän kork.:	9,4	m
Al. alareunan kork. maasta:	14,8	m
Yl. alareunan kork. maasta:	1,0	m
AHeij. pinta-ala:		m^2
YHeij. pinta-ala:		m^2

ALUE	
Toiminta-alue:	meri

LÄHTÖKORKEUDET		
Alempi, maastokork.:	2,0	m
Ylempi, maastokork.:	37,5	m
Katselukorkeus:	5,0	m

KORKEUDET		
Alempi, korkeus:	22,0	m
Ylempi, korkeus:	10,4	m

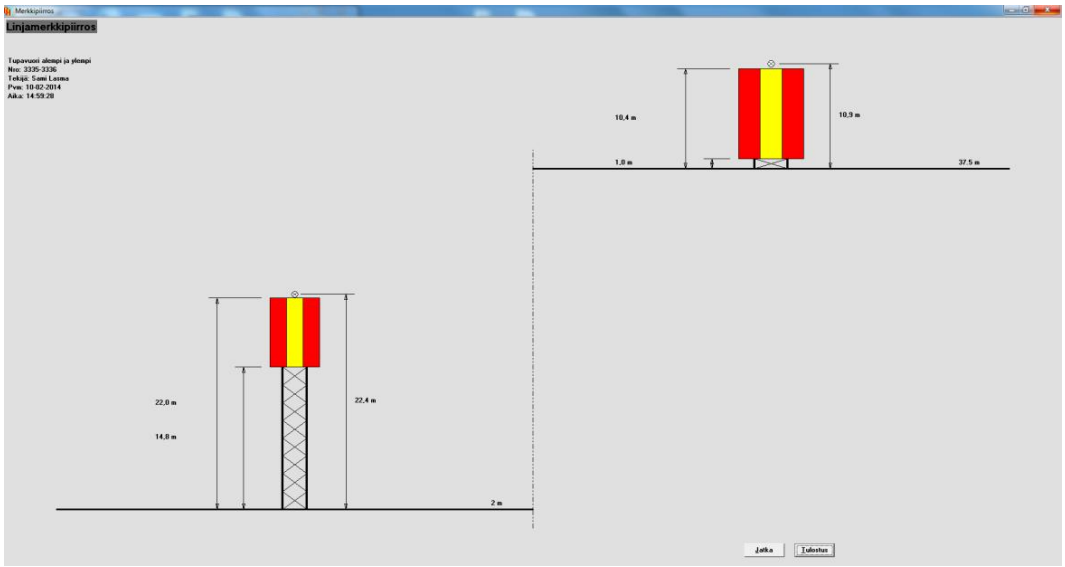
TURVAETÄISYYDET		
Tauluilla:	121,7	m
Valoilla:	112,5	m
K-arvo:	7,0	

NÄKÖESTE		
Etäisyys merkistä:		m
Korkeus:		m
Estetty merkki:		
Näköeste sijaitsee merkin		

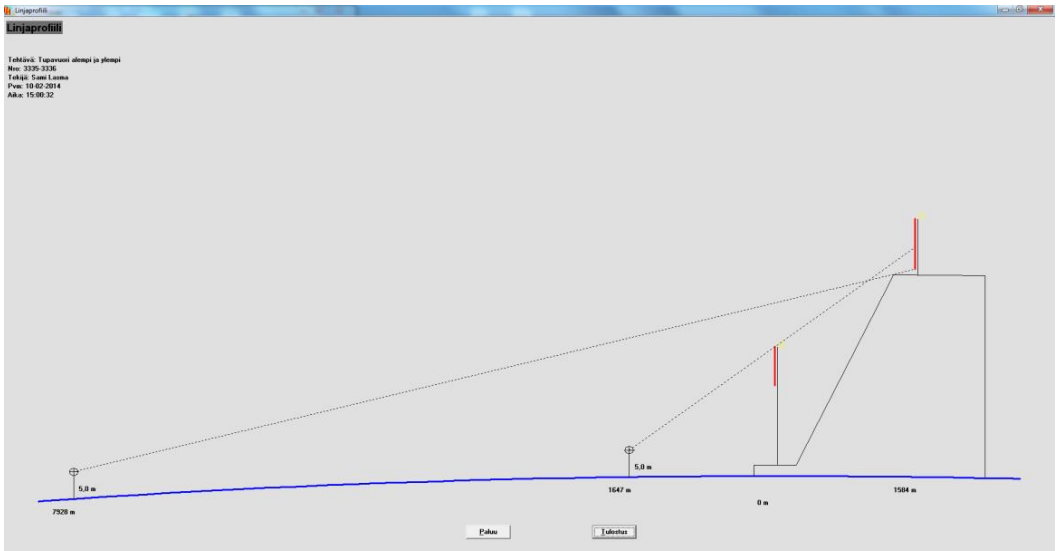
VALOT		
Al. valovoima:	5665,0	cd
Yl. valovoima:	10537,0	cd
Al. korkeus:	24,4	m
Yl. korkeus:	48,4	m
Taustavalo:	voimakas	

KULMAT	
Alataul./horis.:	2,12
Valot, kaukopiste:	2,01
Valot, lähipiste:	1,55
Valot, estepiste:	2,86
Taulut, lähipiste:	0,71
Taulut, estepiste:	1,10
Taulut, kaukop.:	1,02
Valot, min.kulma:	1,50
Este, vaaka-kulma:	1,00

Merkkipiirros



Linjaprofiili



Kiitos!