

	Pvm	Lomake nro
Neuron	17.2.18	3
K.hall.		1 (7)
K.valt.		P34485

Helsinki /
Vähäkäkelä Markku, Stening Mikael

2.2.2018

Rautalammin kunta
Tekninen osasto
Kuopiontie 11
77700 RAUTALAMPI

riikka.karjalainen@rautalampi.fi

Viite: Konnekosken pienvenekanavan ja kanavan sulun suunnittelu

Konnekosken kanavan ja sulun mitoitusperusteet sekä tarkasteluvaihtoehtojen alustavat vertailukustannukset

1. JOHDANTO

Olemme käynnistäneet Konnekosken kanavan ja sulun yleissuunnittelun. Nykyisellään Konneveden puolella Konnekosken edustalle johtaa kulkusyvyydeltään 1,8 m venereitti, joka Kypärinsaaren länsipuolella yhtyy Neiturin reitin sisävesiväylään (kulkusyvyys, ks = 1,8 m). Neiturin reitti on Liikenneviraston hallinnoima väyläluokan VL5 veneväylä, joka johtaa Pohjois-Konnevedelle ja edelleen Neiturin kanavan kautta Keiteleelle. Hankaveden puolella ei ole virallista vesiväylästä.

Väyläsuunnitteluhankkeissa on yleissuunnittelun alkuvaiheessa tarpeellista määrittää mitoitusperusteet ennen kuin suunnitelmia voidaan laatia pidemmälle. Keskeinen mitoitusperusteisiin vaikuttava käsite on mitoitusalus. Mitoitusaluksen perusteella määritetään mm. suunniteltavan kanavan ja sulun leveys ja harausvyvyys.

Olemme käyneet läpi tilaajan toimittaman lähtöaineiston. Konnekosken kanavasta ja sulusta laaditussa selvityksessä/esisuunnitelmassa¹ kanavan mitoituksen lähtökohdaksi valittiin alus, jonka pituus on L = 18 m, leveys B = 3,7 m, syväys D = 1,8 m ja korkeus vedenpinnasta H = 3,5 m.

Selvityksessä kanavan mitoituksen lähtökohtana oli yhden edellä esitetyn aluskoon leveystarve, jolloin alusten kohtaaminen ja toistensa ohittaminen ei ole mahdollista kanavan koko matkalla. Suunnitelmapiirustuksen TKA 21847 piir. nro 4 mukaisesti kanavaan on esitetty yksi ohituslevennys heti sulun itäpuolelle. Selvityksen mukaisen venesulun sulukammion pituus on 20 m ja leveys 4,4 m.

Selvityksen mukainen kanavan mitoitus ei kaikilta osin vastaa vesiväylien ja kanavien suunnitteluohjeissa esitettyjä ohjeita ja suosituksia. Tässä asiakirjassa on esitetty kanavan ja sulun mitoitukseen sovellettavat mitoitusperusteet sekä niiden pohjalta alustavasti suunnitellun kanavan vertailukustannukset kahdella eri mitoitusaluksella (vaihtoehdot; VEA ja VEB). Vaihtoehtojen alustavien vertailukustannusten tarkastelu on tehty selvityksen/esisuunnitelman mukaisen linjausvaihtoehdon VE3 mukaisella sijoituksella ja uloke-laattasiltautyyppiin perustuvalla siltaratkaisulla.

¹ Konnekosken ohittavan pienvenekanavan vaihtoehtotarkastelu, selvitys/esisuunnitelma, Ramboll Finland Oy, 30.10.2015

2. YLEISTÄ MITOITUKSESTA

Kanavien ja sulkujen suunnittelua käsitellään mm. Suomen rakennusinsinöörien liiton julkaisussa RIL 123 Vesirakenteiden suunnittelu sekä julkaisussa RIL 165-2-2006 Liikenne ja väylät II. Liikennevirastolla on vesiväylien suunnittelua käsitteleviä suunnitteluohjeita, mutta niissä ei erikseen käsitellä kanavia.

Liikenneviraston ohjeessa LVO 38/2017 Veneväylien suunnitteluohjeet on todettu, että mikäli väylällä liikkuu esim. matkustaja-aluksia, on väylä syytä suunnitella LVO 31/2014 Laivaväylien suunnitteluohjeet mukaan, vaikka väyläluokan mukaan kyseessä olisikin veneväylä. Mitoitusaluksena tulee silloin käyttää päämitoiltaan suurinta väylällä liikkuvaa alusta.

3. MITOITUSALUS

Toimeksiannon mukaisesti yleissuunnitelman ensivaiheessa laaditaan kahden eri mitoitusaluksen (vaihtoehdot VEA ja VEB) mukaiset alustavat kanavan, sulun ja sillan kustannustarkastelut. Tiedot mitoitusaluksista ovat täsmentyneet tarjouspyynnön jälkeen. Mitoitusaluksukset perustuvat alueen matkailuyrittäjien käytössä oleviin aluksiin.

Vaihtoehdossa VEA kanavan mitat määräytyvät alusten *MS Autere* ja *M/S Myllykosken* pituuden, leveyden ja korkeuden perusteella (Kuva 1). **Vaihtoehdossa VEB** kanavan mitat määräytyvät uuden aluksen *M/S Linnean* pituuden, leveyden ja korkeuden perusteella. Mitoitusaluksen syväys on määritetty Konneveden vesiväylästä kulkusyvyyden perusteella (Taulukko 1).



Kuva 1. Matkailuyrittäjien alukset *MS Autere* (vas.) ja *MS Myllykoski* (oik.)

Taulukko 1. Kanavan mitoitusvaihtoehtojen A (VEA) ja B (VEB) suurimpien alusten mitat ja niiden pohjalta määritetyt mitoitusalukset.

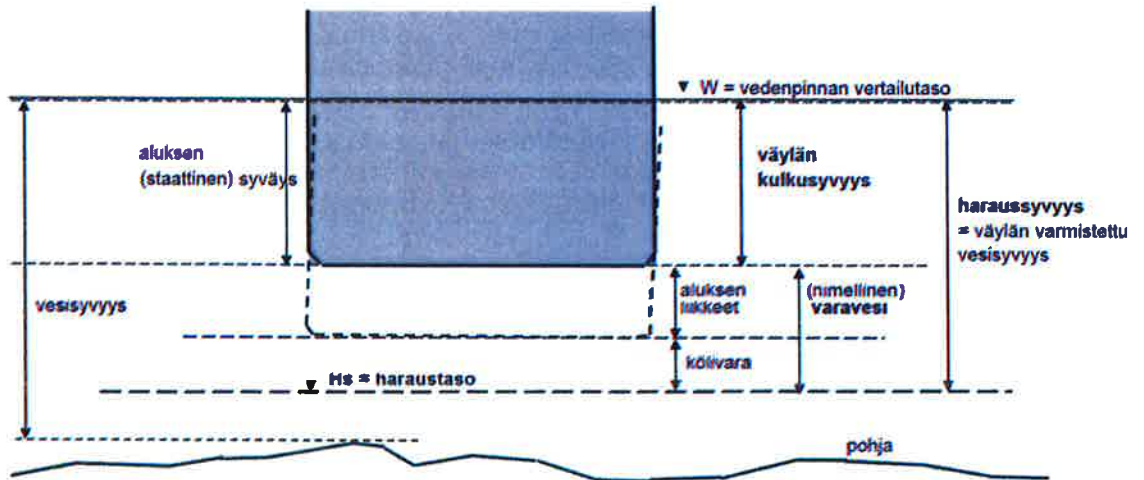
Alus	L = pituus [m]	B = leveys [m]	D = syväys [m]	H = korkeus vedenpinnasta [m]
MS Autere	13,56	4,20	1,20	4,00
M/S Myllykoski	15,00	4,10	1,50	3,70 (6,00)*
Mitoitusalus VEA	15,00	4,20	1,80	4,00
M/S Linnea	25,00	6,30	1,60	5,60 (7,50)*
Mitoitusalus VEB	25,00	6,30	1,80	5,60

*Suluissa esitetty arvo on korkeus kaadettavan maston kanssa

4. HARAUSYVYYS

Väylän harausyvyys eli varmistettu vesisyvyys tarkoittaa vesisyvyyttä, johon saakka väylällä on varmistettu olevan vapaata vettä. Harausyvyyden suuruus määräytyy väylän kulkusyvyyden ja varaveden summana. Harausyvyys määritetään tietystä vertailuvedenpinnan tasosta, joka sisävesillä on pääsääntöisesti purjehduskauden aliveden taso (NW_{nav}).

Varaveteen kanavassa vaikuttavat lähinnä kaksi tekijää: aluksen nopeuspainuma (squat) sekä kölivara (Kuva 2). Aluksen nopeuspainuma aiheutuu vedenpinnan laskusta aluksen ympärillä matalassa vedessä kuljettaessa. Kölivara on aluksen kölin alla tarvittava syvyys, jotta alus säilyttää ohjaitavuutensa kaikissa oloissa.



Kuva 2. Väylään liittyvät syvyyskäsitteet (Vesiväyliin liittyviä käsitteitä, LVO ohje 31.10.2011).

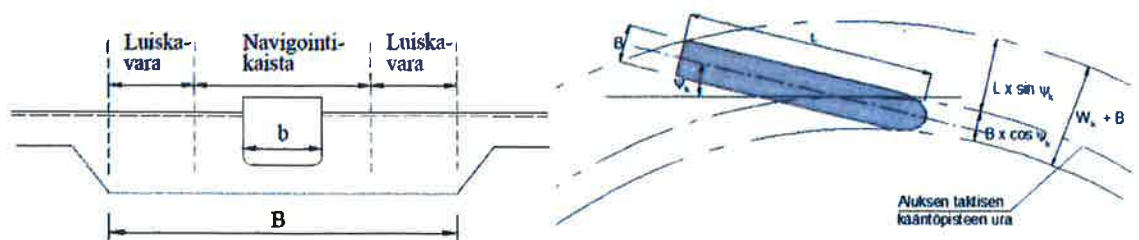
Julkaisun *RIL 123* mukaan aluksen nopeuspainuma on **10 ... 12 % aluksen** syväyksestä silloin, kun aluksen nopeus on noin 0,9 kertaa rajanopeus. Tätä lukuarvoa voi käyttää silloin kun kanavan poikkileikkauksen väljyys on rajoitettu. Aluksen syvyyksen ollessa esim. 1,6 m on sen nopeuspainuma tällöin 0,16 m ... 0,19 m.

Aluksen kölivara tulee julkaisun *RIL 123* mukaan olla mitoitusaluksen kokoisilla aluksilla puolet kokonaisvaravedestä ja vähintään 0,3 m.

Kokonaisvaravesi on siten kölivaran mukaan määritettynä $2 \times 0,3 \text{ m} = 0,6 \text{ m}$. Tällöin aluksen mahdollinen nopeuspainuma pysyy varaveden sisällä.

5. KANAVAN LEVEYS

Kanavan leveys määräytyy pääasiassa navigointikaistan ja luiskavaran mukaan. Julkaisun *RIL 123* mukaan navigointikaistan leveys on normaalisti noin 1,5 kertaa alusleveys ($1,5 \times B$). Luiskavara on säännöllisissä poikkileikkauksissa ja alhaisissa nopeuksissa ($< 4 \text{ m/s}$) luiskan tyypistä riippuen noin 0,5 kertaa alusleveys B . Kanavan leveys olisi siten normaalitapauksessa noin 2,5 kertaa alusleveys $(0,5 + 1,5 + 0,5) \times B$. Kanavan pohjan leveyttä $2,5 \times B$ on esitetty myös julkaisuissa *RIL 165-2 Liikenne ja väylät II*.



Kuva 3. Yksikaistaisen väylän leveyden määrittämisen keskeisiä termejä ja aluksen sorron w_k huomioon ottaminen kaarteissa (LVO 31/2014).

Laivaväylien suunnitteluohjeessa LVO 31/2014 s. 36 on esitetty yksityiskohtaisemmat ohjeet väylän leveyden määrittämiseksi, jolloin leveydessä otetaan huomioon useita navigointiin, ympäristöolosuhteisiin ja riskeihin liittyviä osatekijöitä. Ohjeen LVO 31/2014 mukaisesti kanavan laskennalliseksi minimileveydeksi saadaan $2,6 \cdot B$, josta navigointikaistan leveys on $1,6 \cdot B$ ja luiskavara $2 \cdot 0,5 \cdot B$. Kaarteessa väylän leveydessä otetaan lisäksi huomioon aluksen sorron w_k vaikutus, jonka laskennallinen suuruus on mitoitusaluksella 1 (VEA) 1,3 - 1,5 m ja mitoitusaluksella 2 (VEB) 2,2 - 2,5 m.

Laivaväylien suunnitteluohjeen mukainen mitoitus perustuu kansainväliseen ja ajantasaiseen tutkimukseen, jonka tuloksia ja suosituksia on esitetty julkaisussa *PIANC Report n° 121-2014 Harbour approach channels design guidelines*. Kyseistä mitoitusmenetelmää voidaan pitää hyvänä lähtökohtana Konnekosken kanavan leveyden määrittämiseksi.

6. SULUN MITOITUS

Sulun mitoituksen osalta hyötypituutena pidetään noin 1,05 - 1,1 kertaa aluspituus (L) ja hyötyleveytenä noin 1,1 - 1,2 kertaa alusleveys. Vaihtoehdossa VEA sulun hyötypituuden olisi siten oltava vähintään noin 16 m ja hyötyleveyden noin 4,7 m. Vaihtoehdossa VEB sulun hyötypituuden olisi oltava vähintään noin 26 m ja hyötyleveyden noin 7,0 m.

7. SILLAN ALIKULKUKORKEUDEN MITOITUS

Sillan alikulkukorkeuteen liittyvät käsitteet on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Sillan alikulkukorkeuteen liittyvät käsitteet.

Rambollin selvityksessä/esisuunnitelmassa suunnittelun pohjaksi valitun kanavavaihtoehdossa VE3 esitetyn sillan osalta on todettu, että riittävä alikulkukorkeus (Kellarilahti) voidaan korkeasta tiepenkereestä johtuen saavuttaa ilman nykyisen maantien korotusta.

Maantiesillan tavoiteltava alikulkukorkeus on vaihtoehdon VEB mukaisella mitoitusaluksella 5,6 m ja vaihtoehdon VEA mukaisella aluksella 4,0 m. Maanpinnan korkeusasemasta johtuen noin 8 m alikulkukorkeus on saavutettavissa. Kerkonkosken kanavan alikulkukorkeus on noin 5,5 m. Alikulkukorkeus on määritetty Hankaveden purjehduskauden ylivedenkorkeuden ($HW_{nav} = +97,10$) mukaan.

8. ESITYS KONNEKOSKEN KANAVAN MITOITUSPERUSTEIKSI

Kohdissa 2 ... 7 esitetyt mitoitusarvot perustuvat ohjeiden ja suositusten mukaiseen hyvään mitoituskäytäntöön. Edellä esitetyn perusteella ehdotamme seuraavia mitoitusperusteita Konnekosken kanavan suunnittelun pohjaksi (Taulukko 2):

Taulukko 2. Esitys Konnekosken kanavan, sulun ja sillan mitoitusperusteiksi.

Mitoitusalus	VEA				VEB			
	L	B	D	H	L	B	D	H
	15,0 m	4,20 m	1,80 m	4,00 m	25,0 m	6,30 m	1,80 m	5,60 m
Kanava								
Kulkusyvvyys		1,80 m				1,80 m		
Haraussyvvyys		2,40 m				2,40 m		
Haraustasot		$N_{2000} + 92,9 / + 93,3$				$N_{2000} + 92,9 / + 93,3$		
Navigointikaistan leveys W_{nav}		$1,6*B = 6,8$ m				$1,6*B = 10,1$ m		
Luiskavara W_L		$0,5*B = 2,1$ m				$0,5*B = 3,15$ m		
Aluksen sorto kaarteissa W_k		$0,1*L = 1,5$ m				$0,1*L = 2,5$ m		
Kanavan leveys suoralla osuudella W		$W_{nav} + 2*W_L = 11,0$ m				$W_{nav} + 2*W_L = 16,4$ m		
Kanavan minimileveys kaarteissa W^*		12,5 m				18,9 m		
Väylälinjauksen kaarresäde R		100 m (6,7*L)				150 m (6*L)		
Väylän suora osuus sulun jälkeen, minimi		15 m (=L)				25 m (=L)		
Sulun mitoitus								
Sulun hyötyleveys B_s		4,7 m (1,12*B)				7,0 m (1,11*B)		
Sulun hyötypituus L_s		16,2 m (1,08*L)				27,0 m (1,08*L)		
Silta								
Sillan alikulkukorkeus		7,5 m				7,5 m		
Sillan päällysrakenteen alapinnan taso		$> N_{2000} + 105,1$				$> N_{2000} + 105,1$		
Sillan jänneväli	21...30 m, sillan tukirakenteista riippuen				23...26 m, sillan tukirakenteista riippuen			

9. ALUSTAVA SUUNNITTELU JA VAIHTOEHTOJEN VERTAILUKUSTANNUKSET

Edellä kohdassa 8 esitettyjen periaatteiden pohjalta on tehty kaksi alustavaa suunnitelmaluonnosta kanavasta (VEA ja VEB). Vaihtoehtojen luonnoskartat on esitetty tämän selostuksen liitteinä 1 ja 2. Vaihtoehtojen A ja B alustavasti arvioidut suoritemäärät ja vertailukustannukset on esitetty taulukoissa 3 ja 4.

Alustavan kustannusvertailun maarakennustöiden suoritemäärät on laskettu suunnittelu-kohteen maastosta laadittujen pintamallien avulla ja sulkurakenteet on arvioitu piirustusten pohjalta. Arvio kallion sijainnista perustuu maantien tasaussuunnitelmaan, peruskartan avokalliotietoihin ja selvityksessä/esisuunnitelmassa esitettyyn arvioon kallion tasosta kanavalinjauksen kohdalla. Sulkurakenteiden massamäärissä on huomioitu täyskorkeat seinät ja koko sulkukammion kattava pohjalaatta.

Vaihtoehdossa A sulkuportti on esitetty operoitavaksi manuaalisesti kääntövarrella. Myös sulun täyttö ja tyhjennys suoritetaan manuaalisesti täyttö-/tyhjennysputkeen kiinnitetyn venttiilin avulla.

Vaihtoehdossa B sulun toiminta on täysin automatisoitu, jolloin sulun porttien ja tyhjen-nyksen hallintalaitteistot ja koneistot sijoitetaan sulun tausta-alueelle esitettyyn käyttökeskukseen. Myös vaihtoehdon 1 mukainen pienempi venesulku on mahdollista automatisoida arviolta noin 150 000 € lisäkustannuksin (ei sisälly vertailukustannuksiin).

Taulukko 3. Vaihtoehdon A alustavasti arvioidut suoritelmäärät ja vertailukustannukset (alv. 0 %).

VEA				
	määrä	yksikkö	€ / yksikkö	yhteensä € (alv. 0 %)
Maarakennustyöt				
Kaivu kanavan alueelta	8 000	m ³ ktr	5 € / m ³ ktr	40 000 €
Louhinta kanavan alueelta	21 000	m ³ ktr	15 € / m ³ ktr	315 000 €
Sulun rakenteet				
sulun teräsbetonirakenteet	150	m ³ rtr	1200 € / m ³ rtr	180 000 €
portit ja varusteet				80 000 €
Odotuslaiturit	30	jm	1 600 € / jm	48 000 €
Maantiesillan rakenteet				
				600 000 €
Nykyisten johtojen ja kaapeleiden siirrot yms.				
				100 000 €
Työmaan yleiskustannukset (työmaatehtävät ja tilaajatehtävät)	n. 39	%		500 000 €
Yhteensä				n. 1 900 000 €

Taulukko 4. Vaihtoehdon B alustavasti arvioidut suoritelmäärät ja vertailukustannukset (alv. 0 %).

VEB				
	määrä	yksikkö	€ / yksikkö	yhteensä € (alv. 0 %)
Maarakennustyöt				
Kaivu kanavan alueelta	10 000	m ³ ktr	5 € / m ³ ktr	50 000 €
Louhinta kanavan alueelta	36 000	m ³ ktr	15 € / m ³ ktr	540 000 €
Sulun rakenteet				
sulun teräsbetonirakenteet	600	m ³ rtr	1200 € / m ³ rtr	720 000 €
portit, varusteet ja käyttökeskus				500 000 €
Odotuslaiturit	40	jm	1 800 € / jm	72 000 €
Maantiesillan rakenteet				
				600 000 €
Johdot, kaapelit yms.				
				100 000 €
Työmaan yleiskustannukset (työmaatehtävät ja tilaajatehtävät)	n. 39	%		1 000 000 €
Yhteensä				n. 3 600 000 €

Esitettyjen kustannusten lisäksi tulee ottaa huomioon mm. rakennesuunnittelun ja vesilain mukaisen lupaprosessin kustannukset. Kustannuksissa ei tässä vaiheessa myöskään ole otettu huomioon maa-alueiden mahdolliseen lunastukseen liittyviä lunastuksia tai tausta-alueen tieyhteyteen ja pysäköintialueeseen liittyviä kustannuksia. Nykyisen vesijohdon ja sähkölinjan muutostöiden kustannukset eivät ole tiedossa, mutta ne on otettu huomioon alustavassa kustannusvertailussa 100 000 € suuruisena varauksena.

10. JATKOSUUNNITTELU

Tutkimusohjelman ja yleissuunnitelman laadinta voidaan käynnistää mitoitusaluksen valinnan (VEA / VEB) jälkeen. Tutkimusohjelman mukaisten kairauspisteiden sijainnit täsmennyvät mitoitusaluksen valinnan jälkeen.

Yleissuunnittelussa tarkennetaan kanavan ja sulun rakenteita. Kairausten myötä saadaan tarkennettua myös kovan pohjan ja mahdollisen kallion tasosta kanavan alueella. Mikäli kallion taso oletusten mukaisesti osoittautuu sijaitsevan lähellä maanpintaa, voidaan su-

Iun rakenteita mahdollisesti keventää yleissuunnittelun yhteydessä, jolloin saadaan pienennettyä hankkeen arvioituja kustannuksia.

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy



Markku Vähäkäkelä
projektipäällikkö, ins. (ylempi AMK)



Mikael Stening
suunnittelija, dipl.ins.

Liitteet

LIITE 1. LUONNOS VEA

LIITE 2. LUONNOS VEB

