Geotekninen suunnitteluraportti

Maantien 14550 parantaminen Kimolan kanavan kohdalla, Kouvola

Tie- ja rakennussuunnitelma

22.12.2016

1 YLEISTIEDOT

Suunnitelman tilaaja on Kaakkois-Suomen ELY-keskus. Tilaajan yhteyshenkilönä toimii Juha Laamanen, juha.laamanen@ely-keskus. Tilaajan geoteknisenä asiantuntijana toimii Panu Tolla Liikennevirastosta.

Suunnitelman on laatinut Finnmap Infra Oy. Vastaavana geosuunnittelijana on toiminut Noora Hulkkonen.

Suunnitelmissa käytetty koordinaatisto on ETRS-GK27 ja korkeusjärjestelmä N2000.

2 SOVELLETUT STANDARDIT JA OHJEET

Suunnittelussa sovelletut ohjeet ja standardit:

Suomen rakentamismääräyskokoelma
Maankäyttö- ja rakennuslaki
Eurokoodi 7 (SFS-käsikirja 207 Eurokoodi 7 Geotekninen suunnittelu)
RIL:n suunnitteluohjeet
- Paalutusohje, RIL 254-2011
- Kaivanto-ohje, RIL 263-2014

Liikenneviraston ohjeet koskien teiden pohjarakenteita (http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf7/tienpidon_tekniset_ohjeet_30.4.2014_web.pdf)

3 RAKENNUSPAIKKA JA POHJASUHTEET

Siltapaikalla maanpinta laskee loivasti kanavaa kohden molemmilla rannoilla. Kanavan luiskat on tehty noin kaltevuuteen 1:3. Maanpinnan taso on +68...+72. Kanavan pohja on mittausten mukaan noin tasolla +62.

Siltapaikan molemmin puolin on havaittavissa avokalliota noin 60…70 m päässä kanavasta. Kanavan pohjoispuolella maantien 363 takana kallio kohoaa korkeaksi seinämäksi, kanavan eteläpuolella avokallio on matalampi.

Sillan molemmilla rannoilla on maanpinnassa paksu kuivakuorikerros. Kuivakuorikerroksen paksuus on pohjoisrannalla 1,3…2,2 m ja etelärannalla 3…3,5 m. Kuivakuoren alla on liejuista savea 3…8 m. Savikerroksen alla on ohut, noin 1 m paksu kerros savista silttiä. Tiepenkereen paksuus on pohjoisrannalla 1,1…1,8 m ja etelärannalla 0,7…1 m.

Näytetietojen mukaan maaperä on koko suunnittelualueella liejuista, näytteiden humuspitoisuus vaihteli 2…6 %. Saven alla oleva savinen silttikerros oli havaittavissa lähes kaikissa näytepisteissä. Kitkamaa hienoaineisten kerrosten alla on näytetietojen mukaan soraista hiekkaa ja hiekkamoreenia. Maaperä on routivaa.

Paino- ja puristin-heijarikairaukset ovat päättyneet kiveen tai kallioon tai tiiviiseen maakerrokseen. Kanavassa tehdyt porakonekairaukset ovat päättyneet tasolle +50,1…+55,1. Korkeimmillaan kallionpinta on eteläisen välituen luoteiskulmassa ja alimmillaan pohjoisen välituen kaakkoiskulmassa.

Kimolan kanavan rannoilla on tapahtunut kanavan rakentamisen yhteydessä tai pian rakentamisen jälkeen useita liukupintasortumia. Tämän hankkeen yhteydessä pidetyssä yleisötilaisuudessa paikallinen asukas kertoi, että myös Kimolan sillan vieressä tapahtui sortuma kanavan imuruoppauksen aikana. Sortuma johtui mahdollisesti kanavan luiskan yläpään läheisyyteen läjitetyistä ruoppaus-/kaivumassoista. Sortumapaikka oli sillan itäpuolella pohjoisrannalla.

Korroosiotutkimukset

Pohjatutkimusten aikana alueella ei havaittu sulfidisavea.

Maaperästä, kanavan pintavedestä ja pohjavedestä otettiin näytteet korroosiotutkimuksia varten. Näytteiden perusteella maaperä ja pohjavesi eivät ole tavanomaisesta poikkeavaa. Kanavan pintavesi on pehmeää, mutta muuten tutkimuksissa saadut tulokset eivät anna aihetta erityisen suuren korroosiovaran käyttöön.

Nykyiset pohjanvahvistusrakenteet

Nykyisen sillan tulopenkereet on perustettu molemmilla rannoilla puupaaluille ja paaluhatuille noin 10 m matkalla sillasta poispäin. Vuonna 1958 tehdyn ja vuonna 1965 revisioidun suunnitelman mukaan paaluhatut ovat pohjoisrannalla noin 2,8 m ja etelärannalla noin 0,8 m syvyydellä maanpinnasta.

Kesällä 2016 tehtyjen koekuoppatutkimusten perusteella vanha suunnitelma piti hyvin paikkansa etelärannalla, mutta pohjoisrannalla paaluhatut löytyivät noin 1 m ylempää kuin suunnitelmassa esitetty. Pohjoisrannalla uloin paalurivi löytyi myös sisemmältä tiepenkereestä kuin suunnitelmassa oli esitetty.

Koekuoppien perusteella paaluhatut ja puupaalut olivat hyvässä kunnossa. Nykyinen paaluhatturakenne ei kuitenkaan täytä nykyisiä Liikenneviraston ohjeiden mukaisia vaatimuksia pengerpaksuuden eikä hatturakojen osalta. Pengerpaksuuden pitäisi olla vähintään 2,1 m ja paaluhattujen väliin jäävä rako 2,1 m korkealla penkereellä saa olla enintään 400 mm. Kimolassa paaluhattujen päällä on pengertä etelässä 0,8 m ja pohjoisessa 1,7 m. Paaluhattujen raon suuruus on etelässä 700 mm ja pohjoisessa 600 mm.

4 SUUNNITELTU RAKENNE

Tämä suunnitelma on laadittu ensisijaisesti Kimolan kanavan vesitiehankkeen tarpeisiin, koska kanavaa ylittäviä siltoja on tarve muuttaa kanavan vesiliikenteen

alikulkukorkeusvaatimusten mukaisiksi. Kimolan sillan alikulkukorkeutta on tarvetta kasvattaa. Maantie 14550 ylittää kanavan Kimolan siltaa pitkin.

Kimolan sillan siltakansi uusitaan, mutta sillan perustukset jäävät nykyiselleen. Sillan maatuet on perustettu teräsbetonipaalujen päälle. Uutta siltakantta varten rakennetaan kanavaan uudet välituet, jotka perustetaan paaluille. Tässä toimeksiannossa tehdään tie- ja rakennussuunnitelma väylien osalta. Sillan osalta tehdään vain yleissuunnitelma.

Siltakannen uusimisen yhteydessä maantien tasausta parannetaan. Tasaus nousee enimmillään 500 mm nykyisestä. Molemmilla rannoilla olevat maatalousliittymät uusitaan, etelärannalla maatalousliittymä muutetaan yksityistieksi.

5 SUUNNITTELUPERUSTEET

Stabiliteettilaskenta on tehty GeoCalc-ohjelmistolla Janbu's simplified- menetelmällä käyttäen yhdistelmäliukupintoja. Kaikki eri tilanteet on laskettu kokonaisvarmuus-menetelmällä. Osasta laskentatilanteita on tehty laskelmat myös osavarmuus-menetelmällä murto- ja käyttörajatiloissa. Tien kohdalla päätyvaikutukset on huomioitu laskelmalla liukupinta pallon muotoisena. Laskennassa käytetyt parametrit on esitetty taulukossa 1 ja laskentaleikkauksissa. Liikennekuormana on käytetty arvoa 10 kPa.

Siipikairalla mitatut suljetut leikkauslujuudet on redusoitu näytteistä määritettyjen hienouslukujen perusteella.

Savikerroksen alapuolelle on oletettu ohut, noin 1 m paksu kerros savista silttiä. Savinen siltti on mallinnettu koheesiomaana ja sen leikkauslujuudeksi on annettu hieman pienempi arvo kuin ylempänä olevalle savelle. Perustelut tämän heikon kerroksen mallintamiseen ovat:

- Lähes kaikissa näytepisteissä saven alta on löydetty savinen silttikerros
- Siipikairauksilla saatiin tästä kerroksesta heikompi kairaustulos kolmessa pisteessä neljästä verrattuna ylempiin kerroksiin.
- kanavan alueella on tapahtunut useita liukupintasortumia kanavan rakentamisen aikana ja pian sen jälkeen

On mahdollista, että heikommat siipikairalujuudet savisessa silttikerroksessa johtuvat siitä, että kerros on häiriintynyt ennen koetta ja kerros on nyt mallinnettu liian heikkona. Huomattavaa on myös se, että kerros on tulkittu koheesiomaaksi. Jos kerros tulkitaan kitkamaaksi ja laskenta tehdään käyttäen leikkauskestävyyskulman arvoja, stabiliteetti paranisi.

Pohjoisrannalla laskennassa on oletettu, että paalutetulta alueelta ei tule kuormaa maaperälle, vaan kaikki kuorma välittyy paaluja pitkin syvemmälle maahan. Etelärannalla paaluhattujen päällä oleva penger on niin matala, että todennäköisesti ainakin osa pengerkuormasta menee pohjamaalle. Niinpä etelärannalla on tehty

laskelmat molemmista ääripäistä: olettaen, että puupaalut ottavat kaiken kuorman sekä niin, että pohjamaa ottaa kaiken kuorman.

Taulukko 1 laskennassa käytetyt maaparametrit, liikennekuorman arvot ja osavarmuuskertoimet

	ominaisarvot			osavarmuusmenetelmän mitoitusarvot murtorajatilassa			osavarmuusmenetelmän mitoitusarvot käyttörajatilassa		
Maalaji	tilavuus-paino [kN/m3]	suljettu leikkaus-lujuus [kPa]	leikkaus-kestävyys-kulma [°]	tilavuus-paino [kN/m3]	suljettu leikkaus-lujuus [kPa]	leikkaus-kestävyys-kulma [°]	tilavuus-paino [kN/m3]	suljettu leikkaus-lujuus [kPa]	leikkaus-kestävyys-kulma [°]
Täyttö	19.0		38	19		32.0	19		25.3
Kusa P	16.0	40		16	28.6		16	22.2	
Kusa E	16.0	50		16	35.7		16	27.8	
IjSa kanava	14.0	10		14	7.1		14	5.6	
IjSa 2 kanava	14.5	20		14.5	14.3		14.5	11.1	
Savi P	15.0	22		15	15.7		15	12.2	
Savi E	15.0	28		15	20.0		15	15.6	
saSi	16.0	20		16	14.3		16	11.1	

	ominaisarvot			osavarmuusmenetelmän mitoitusarvot murtorajatilassa			osavarmuusmenetelmän mitoitusarvot käyttörajatilassa		
Kuormat		[kN/m2]			[kN/m2]			[kN/m2]	
Liikennekuorma		10.0			11.5			10	

Osavarmuusluvut	Murtoraja-tila	Käyttö-rajatila
Tilavuuspaino	1	1
Suljettu leikkauslujuus	1.4	1.8
Leikkauskestävyyskulma	1.25	1.65
Kuormat	1.15	1

6 SUUNNITTELURATKAISUT

Sillan tulopenkereiden alla olevat puupaalut ja paaluhatut olivat koekuoppatutkimusten perusteella hyvässä kunnossa. Rakenteet mitat eivät kuitenkaan täytä nykyohjeita pengerpaksuuden eikä paaluhattujen välisten rakojen osalta. Pohjoispuolen puupaaluille on tehty suuntaa-antava kantavuusselvitys ja sen mukaan paalujen kantokyky on nyt ylärajalla. Kantavuuslaskelma on esitetty liitteessä 1. Tämän vuoksi ehdotetaan, että puupaalujen kohdalla tiepengertä kevennetään niin, että tasauksen nosto ei aiheuta paaluille lisää kuormaa. Rakennustöiden yhteydessä paaluhatut paljastetaan ja hattujen päälle asennetaan geolujite, jonka tarkoituksena on jakaa kuormaa tasaisemmin paaluille.

Stabiliteettilaskentojen tulokset on koottu taulukkoon 2. Tuloksista nähdään, että alueellinen stabiliteetti on riittävä molemmilla rannoilla. Tien kohdalla stabiliteetti lähtötilanteessa on riittävä mikäli päätyvaikutukset otetaan huomioon. Tasauksen

noston jälkeen pohjoisrannalla päästään päätyvaikutusten kanssa kokonaisvarmuuteen 1,72, osavarmuusmenetelmällä laskien varmuus murtorajatilassa on riittävä, mutta käyttörajatilan varmuus jää hiukan alle vaaditun arvon. pohjoisrannalla tasauksen nosto on enimmillään noin 500 mm.

Etelärannalla tasaus nousee puupaalutetun alueen ulkopuolella noin 100–200 mm. Nosto on niin pieni, että lopputilanne vastaa lähes lähtötilannetta mikäli oletetaan, että etelärannan puupaalutus ottaa kaiken pengerkuorman. Nyt lähtötilanne on laskettu ottamalla puupaalut huomioon kuormaa kantavana rakenteena. Tasauksen noston jälkeinen tilanne on laskettu huonompana tapauksena, jossa oletetaan että puupaalut eivät ota lainkaan kuormaa. Tuloksista nähdään, että varmuus on riittävä kun huomioidaan päätyvaikutukset. Ilman päätyvaikutuksia stabiliteetti on liian pieni jo lähtötilanteessa vaikka puupaalut otettaisiinkin huomioon.

Taulukko 2. Väylän M1 stabiliteettilaskennan tulokset. Merkintä 2D tarkoittaa laskentaa ilman päätyvaikutuksia ja merkintä 3D liukupintalaskentaa pallopintana, jolloin päätyvaikutukset on huomioitu.

	2D	2D	2D		3D	3D	3D
M1	Kokonais-varmuus	Osavarmuus, murtorajatila	Osavarmuus, käyttörajatila		Kokonais-varmuus	Osavarmuus, murtorajatila	Osavarmuus, käyttörajatila
Alueellinen stabiliteetti, Pohjoinen	1.85		1.03				
Alueellinen stabiliteetti, Etelä	2.09		1.16				
Pohjoinen, lähtötilanne, puupaalut	1.45	1.02	0.8		2.04	1.43	1.13
Pohjoinen, tasauksen nosto, puupaalut	1.32	0.92	0.73		1.72	1.21	0.95
Etelä, lähtötilanne, puupaalut	1.62	1.15	0.9		2.21	1.56	1.23
Etelä, tasauksen nosto, ei puupaaluja	1.43	1	0.8		1.83	1.3	1.03

ML1 (pohjoisranta)

Pohjoisrannalla oleva maatalousliittymä rakennetaan uudestaan. Uusi linjaus on pyritty viemään niin kauas rannasta kuin se liikenneteknisesti ja geometrisesti on mahdollista. Taulukossa 3 on esitetty stabiliteettilaskennan tulokset.

Taulukko 3. ML1 stabiliteettilaskennan tulokset.

	Kokonaisvarmuus	
ML1 (pohjoisranta)	Liikennekuorma huomioitu	Ei liikennekuormaa
ML1, lähtötilanne (ilman pengertä)		1.81
ML1, uusi linja	1.42	1.53
ML1, uusi linja, kevennys 800 mm		
kuSan leikkaus 500 mm	1.53	1.7

Maatalousliittymä on tarkoitettu vain pellolle ajoa varten. Liikenteen määrä on hyvin vähäinen. Tämän vuoksi ehdotamme, että maatalousliittymän osalta stabiliteetin kokonaisvarmuudeksi hyväksytään 1,5 kun laskennassa on huomioitu liikennekuorma

(arvo 10 kPa) ja 1,7 kun lasketaan ilman liikennekuormaa. Näihin varmuuksiin päästään kun kuivakuorikerrosta leikataan 500 mm pois ja pengerrakenteena on 800 mm XPS-levyjä ja 700 mm rakennekerroksia.

Y2 (eteläranta)

Etelärannalla oleva maatalousliittymä uusitaan ja rakennetaan yksityistienä. Sijainti siirtyy noin 5 m etäämmälle kanavasta. Lähtötilanteen stabiliteetti on sama kuin etelärannan alueellinen stabiliteetti, eli 2,09. Penkereen kokonaisvarmuudeksi saatiin 1,76 kun liikennekuorma on huomioitu. Esitämme, että varmuus hyväksytään, jolloin väylä ei vaadi pohjanvahvistustoimenpiteitä.

7 JATKOTOIMENPITEET

Tässä suunnitelmassa esitetyt analyysit ja toimenpiteet tulee tarkistaa kanavan rakennussuunnittelun sekä Kimolan sillan rakennussuunnittelun yhteydessä.

LIITEET

1 M1, geotekninen pituusleikkaus, luonnos 17.10.2016
2 Pohjoisrannan puupaalujen kantavuuslaskelma

STABILITEETTILASKELMAT
Alueellinen stabiliteetti
3.1 Alueellinen stabiliteetti, pohjoinen, kokonaisvarmuusmenetelmä
3.2 Alueellinen stabiliteetti, pohjoinen, osavarmuusmenetelmä, käyttörajatila

3.4 Alueellinen stabiliteetti, etelä, kokonaisvarmuusmenetelmä
3.5 Alueellinen stabiliteetti, etelä, osavarmuusmenetelmä, käyttörajatila

M1, pohjoisranta, lähtötilanne
4.1 M1 pohjoinen, lähtötilanne, kokonaisvarmuusmenetelmä 2D
4.2 M1 pohjoinen, lähtötilanne, osavarmuusmenetelmä, murtorajatila 2D
4.3 M1 pohjoinen, lähtötilanne, osavarmuusmenetelmä, käyttörajatila 2D
4.4 M1 pohjoinen, lähtötilanne, kokonaisvarmuusmenetelmä 3D
4.5 M1 pohjoinen, lähtötilanne, osavarmuusmenetelmä, murtorajatila 3D
4.6 M1 pohjoinen, lähtötilanne, osavarmuusmenetelmä, käyttörajatila 3D

M1, pohjoisranta, tasauksen nosto
5.1 M1 pohjoinen, tasauksen nosto, kokonaisvarmuusmenetelmä 2D
5.2 M1 pohjoinen, tasauksen nosto, osavarmuusmenetelmä, murtorajatila 2D
5.3 M1 pohjoinen, tasauksen nosto, osavarmuusmenetelmä, käyttörajatila 2D
5.4 M1 pohjoinen, tasauksen nosto, kokonaisvarmuusmenetelmä 3D
5.5 M1 pohjoinen, tasauksen nosto, osavarmuusmenetelmä, murtorajatila 3D
5.6 M1 pohjoinen, tasauksen nosto, osavarmuusmenetelmä, käyttörajatila 3D

M1, eteläranta, lähtötilanne

6.1 M1 etelä, lähtötilanne, kokonaisvarmuusmenetelmä 2D
6.2 M1 etelä, lähtötilanne, osavarmuusmenetelmä, murtorajatila 2D
6.3 M1 etelä, lähtötilanne, osavarmuusmenetelmä, käyttörajatila 2D
6.4 M1 etelä, lähtötilanne, kokonaisvarmuusmenetelmä 3D
6.5 M1 etelä, lähtötilanne, osavarmuusmenetelmä, murtorajatila 3D
6.6 M1 etelä, lähtötilanne, osavarmuusmenetelmä, käyttörajatila 3D

M1, eteläranta, tasauksen nosto, puupaaluja ei huomioitu

7.1 M1 etelä, tasauksen nosto, ei puupaaluja, kokonaisvarmuusmenetelmä 2D
7.2 M1 etelä, tasauksen nosto, ei puupaaluja, osavarmuusmenetelmä, murtorajatila 2D
7.3 M1 etelä, tasauksen nosto, ei puupaaluja, osavarmuusmenetelmä, käyttörajatila 2D
7.4 M1 etelä, tasauksen nosto, ei puupaaluja, kokonaisvarmuusmenetelmä 3D
7.5 M1 etelä, tasauksen nosto, ei puupaaluja, osavarmuusmenetelmä, murtorajatila 3D
7.6 M1 etelä, tasauksen nosto, ei puupaaluja, osavarmuusmenetelmä, käyttörajatila 3D

ML1

8.1 ML1, lähtötilanne, kokonaisvarmuusmenetelmä 2D
8.2 ML1, uusi linja, ei kevennystä, kokonaisvarmuusmenetelmä 2D
8.3 ML1, uusi linja, ei kevennystä, ilman liikennekuormaa, kokonaisvarmuusmenetelmä 2D
8.4 ML1, uusi linja, kevennys 800 mm ja kuivakuoren leikkaus 500 mm, kokonaisvarmuusmenetelmä 2D
8.5 ML1, uusi linja, kevennys 800 mm ja kuivakuoren leikkaus 500 mm, ilman liikennekuormaa, kokonaisvarmuusmenetelmä 2D

Y2

9.1 Y2, uusi linjaus, kokonaisvarmuusmenetelmä 2D