VÄYLÄ

Paalutustyöturvallisuuden huomioiminen suunnitteluvaiheessa

Väyläviraston oppaita 1/2020

Väyläviraston oppaita

1/2020

Verkkojulkaisu pdf
(www.vayla.fi)

Kansikuva:
Teemu Repo

Sisältö

Yleistä 3
Rakennuttajan turvallisuusasiakirja ja riskinarviointi 4
Varottavat rakenteet 5

Suunnitelmien yhteensovitus, rakenteiden korkeusasemien ja työjärjestyksen huomioiminen 7
Paalualustan laajuuden, kuivatuksen, ajoluiskien, paalujen kuljetusteiden ja purkupaikkojen suunnittelu 10

Vinopaalujen asennettavuus ja huomioonottaminen suunnittelussa 12
Paalutusalustan geotekninen mitoitus 15
Paalutustyön huomioiminen stabiliteettilaskelmissa 16

Paalutus telineiltä, työsilloilta tai nykyisen rakenteen päältä 17
Monitorointi osana paalutustyöturvallisuuden varmistamista 18
Suunnitelmakatselmus ja toteutusaikana havaitut poikkeamat 19

Yleistä

Tässä oppaassa esitetään paalutustyöturvallisuuteen liittyviä asioita, joita suunnittelijan (suunnittelija voi olla kohteen vastaava pohjarakennesuunnittelija, geotekninen suunnittelija tai rakennesuunnittelija) tulee ottaa huomioon lähtötietoja hankkiessaan, suunnitelman laadinnassa ja paalutustyön toteutuksen aikana. Osa ohjeista pätee myös urakoitsijan tekemään työmaa- ja tekniseen suunnitteluun.

Opas ei ole kaikkiin tapauksiin kattava tai kaikkia asiaan vaikuttavia tekijöitä ei esiinny kaikissa rakennus-kohteissa. Suunnittelijan, eri suunnittelijoiden keskinäiset, rakennuttajan ja urakoitsijan väliset vastuut ja tehtävänjaot voivat poiketa tässä esitetyistä, kun niistä sovitaan ja varmistetaan aukoton tiedonkulku osapuolten välillä.

Oppaan ovat laatineet Veli-Matti Uotinen ja Risto Lappalainen Väylävirastosta.

Helsingissä tammikuussa 2020

Väylävirasto

Rakennuttajan turvallisuusasiakirja ja riskinarviointi

Suunnittelijoilla on suunnitteluvaiheessa paras käsitys kunkin työmaan erityispiirteistä ja vaaratekijöistä, jotka liittyvät maa- ja pohjarakennustöihin, jolloin suunnittelijoiden on osallistuttava turvallisuusasiakirjan ja riskienhallinta-suunnitelman laatimiseen.

Nro	Lähde	VAARA-UHKATEKIJÄ	VAARA-TILANTEEN KUVAUS JA SEURAUKSET				VARAUTUMINEN/ TOIMENPIDE-EHDOTUS /SEURANTA	Työnaikainen			Vastuu-henkilö	Päiväys	SEURANTA (MUUTOS)	Toimen-piteiden tila
				To-den-nä-köi-syys (1-5)	Vaka-vuus (1-5)	Suu-ruus		To-den-nä-köi-syys	Vaka-vuus	Suu-ruus				
1														
	Työselostus ja geosuunnitelmat	Vaara	Paalutusalusta liian ohut/heikko olosuhteisiin nähden, seurauksena paalutusalustan pettäminen → ja paalutuskoneen kaatuminen → vakava loukkaantuminen ja kuolema	4	4	Merkit-tävä	Varmistetaan paalutusalustan mitoitus todellisten olosuhteiden kuten pohjamaan laadun (vrs. suunnitelmassa oletettu), sään ja kuivatusolosuhteiden ja käytettävän paalutuskaluston perusteella suunnittelijalta; rakennetaan paalutusalusta suunnitelman mukaan, valvotaan paalutusalustan rakentamista; seurataan paalutusalustan kestävyyttä paalutustyön aikana ja tarvittaessa vahvennetaan paalutusalustaa tai käytetään kuormaa jakavia alustoja paalutuskoneen alla	2	2	Vähäi-nen	HH	12.12.2019	↓	Turvallista

Varottavat rakenteet

Maastotutkimusten ja lähtötietojen hankkimisen yhteydessä suunnittelija selvittää paalutustyötä mahdollisesti rajoittavat vaaralliset rakenteet kuten ilmajohdot, maanalaiset johdot ja kaapelit, paineelliset johdot ja kaasuputket. Mikäli varottavia, erityisesti jännitteellisiä maa- tai ilmajohtoja ei voida siirtää tai tehdä jännitteettömäksi ennen paalutustyötä, tulee paalujen sijoittelu tehdä siten, että varo-/turva-etäisyydet täyttyvät. Ilmajohtojen osalta turva-etäisyydet on esitetty mm. TUKESin oppaassa

https://www.sahkolaitos.fi/globalassets/tiedostot/ohjeet-ja-opasteet/sahkoverkko/tsv-ohjepankki/6.-sahkoturvallisuus/tukes_varo_ilmajohtoja.pdf

ja Fingrid Oyj:n oppaassa

https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/kantaverkko/turvallisuus/hengenvaara_esite-update2017.pdf

Voimajohtolinjojen alla tulee suunnitteluvaiheessa selvittää johdon omistajalta tieto johdon alimmasta korkeustasosta työskentelyalueella, jotta voidaan arvioida, minkälaisella kalustolla paalutustyö voidaan suorittaa. Voimajohtojen alimpaan korkeusasemaan vaikuttaa myös ilman vallitseva lämpötila ja johdon omistajalta tulee varmistaa, että ilmoitetussa johdon alimmassa korkeustasossa tämä on huomioitu. Varoetäisyyttä määritettäessä on otettava huomioon työskentelyalustan korkeusasema, mikä voi poiketa huomattavasti tilanteesta ennen rakennustöitä.

Suunnitelmassa tulee selkeästi esittää alue, missä on korkeusrajoitteita. Usein paaluina voimajohtolinjan alla tai läheisyydessä käytetään lyhyistä elementeistä tehtäviä paaluja, esim. pieniläpimittaisia teräsputkipaaluja. Matalassa työskentelytilassa soveltuvia kalustoja teräsbetonipaalujen asentamiseen on vähän ja kalusto tyypillisesti soveltuu vain pystypaalujen asentamiseen ellei käytetä hyvin lyhyitä tb-paaluelementtejä.

Varottavat rakenteet

Kuva Fingrid Oyj:n oppaasta

https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/kantaverkko/turvallisuus/hengenvaara_esite-update2017.pdf

MUISTA VAROETÄISYYS ILMAJOHTOIHIN – SÄHKÖ HYPPÄÄ!

Vuosittain on sattunut vakavia vahinkoja, kun kuorma-auton lava tai nosturi, pumppuauton puomi tai metsätraktorin kuormain on osunut ilmajohtoon.

Johtoon ei välttämättä tarvita edes kosketusta, koska sähkö hyppää ilmavälin yli. Ilmavälin pituus riippuu johdon jännitteestä ja jossain määrin myös sääolosuhteista. Mitä suurempi jännite – tai kosteampi sää – sitä pidemmän matkan sähkö hyppää.

Työskenneltäessä ilmajohtojen läheisyydessä on noudatettava taulukossa olevia turvaetäisyyksiä, jotka ovat ehdottomia vähimmäisetäisyyksiä. Mikään koneen, kuorman tai taakan osa ei saa vahingossakaan mennä tätä lähemmäs johtoja.

Etäisyyden arviointi voi olla vaikeaa. Pysy johdoista reilusti kauempana kuin silmämääräisesti arvioitu etäisyys edellyttäisi!

Johdon jännite	**Varoetäisyys metreinä (m)**		
	avojohto		**riippujohto**
	alla	sivulla	
0,4 kV*	2*	2*	0,5**
20 kV	2	3	1,5
110 kV	3	5	-
220 kV	4	5	-
400 kV	5	5	-

1 kV = 1 000 V

* Pienjännitteiset 400 V (0,4 kV) avojohdot ovat nykyisin hyvin harvinaisia.

** Etäisyys koskee myös 1 000 V riippujohtoja.

Muista varoa myös törmäystä sähköjohtojen pylväsrakenteisiin. 110–400 kV voimajohtojen pylväiden suoja-alue ulottuu **kolmen** metrin etäisyydelle kaikista pylväs- ja harusrakenteista. Suoja-alueella ei saa kaivaa, läjittää eikä liikkua työkoneella.

Kaasuputken läheisyydessä paalutettaessa noudatetaan Gasum Oyj:n ohjeita Paalutettaessa lähempänä kuin 30 metriä maakaasuputkesta tarvitaan Gasum Oy:n lupa.

https://www.gasum.com/globalassets/luvat-maankayttoon/gasum_maanrakennus-ja-louhintatyot-maakaasuputkiston-laheisyydessa.pdf

Mikäli paalutuskohde sijoittuu yleisen liikenteen välittömään läheisyyteen, tulisi pyrkiä suunnitelmaratkaisuihin, missä yleinen liikenne sijoittuu tai siirretään riittävän etäälle paalutuskohteesta, esim. työnaikainen kiertotie viedään riittävän etäälle paalutuskohteesta. Suositeltavana turvaetäisyytenä voidaan pitää paalutuskoneen kokonaiskorkeutta, kun paalu on koneessa pystyssä. Aina tähän ei tilan käytön kannalta tai muiden syiden takia ole mahdollisuuksia. Paalutuksesta aiheutuvaa riskiä voidaan myös vähentää käyttämällä lyhyempiä paaluelementtejä. Raiteiden läheisyydessä paalutettaessa noudatetaan Väyläviraston ratoja koskevia turvallisuusohjeita ja -menettelyitä

Urakoitsijan on ennen paalutustyön aloittamista varmistettava kaikkien varottavien rakenteiden sijainti esim. InfraRYL 11210-luvun mukaisesti ja johtojen ja kaapelin omistajien ohjeiden mukaisesti ja tarvittaessa suojata tai siirtää rakenteet, joten pelkästään suunnitelmassa esitettyjen varottavien rakenteiden sijaintitietojen perusteella paalutustyötä ei voida aloittaa. Työssä käytettävän paalutuskaluston maksimikorkeus tulee verrata varottavan ilmajohdon ja työskentelyalustan väliseen etäisyyteen, jotta varoetäisyys täyttyy. Mikäli turvallinen varoetäisyys johtoihin on lähellä TUKESin oppaan arvoja, tulisi ilmajohtojen korkeus varmistaa vielä erikseen mittaamalla.

Suunnitelmien yhteensovitus, rakenteiden korkeusasemien ja työjärjestyksen huomioiminen

Kantavuudeltaan heikoilla pohjamailla paalutustyöturvallisuuden huomioiminen linkittyy vahvasti koko rakennettavan rakenteen suunnitteluun ja eri suunnittelijoiden väliseen yhteistyöhön ja tiedonkulkuun. Usein turvallinen paalutustyömaa perustuu suunnitelmaan, missä rakenteiden korkeustasot on harkittu siten, että paalutustyö on tehtävissä tasaiselta alustalta, missä ei ole runsaasti erilaisia syvennyksiä tai pengerryksiä ja missä voidaan hyödyntää olemassa olevaa kuivakuorikerrosta osana paalutusalustaa.

Pehmeillä pohjamailla tai kohteissa, missä korkeuserot ovat suuret (luonnonrinne tms), työjärjestyksellä voi olla merkittävä vaikutus paalutustyön aikaiseen luiskien, penkereiden ja työalustan stabiliteettiin.

Suunnitelman tulee olla sellainen, että paalutustyö on turvallisesti tehtävissä paalutuskoneen ja paalutusalustan, läheisten luiskien, työmaan muiden toimintojen kuten työmaateiden, varastointialueiden sekä ulkopuolisen liikenteen (esim. olemassa oleva tie-, katu- tai rataliikenne tai kiertotien liikenne) kannalta kaikissa työvaiheissa.

Tämä edellyttää suunnittelijaa harkitsemaan ja suunnittelemaan mm. miltä korkeustasolta paalut asennetaan, hyödynnetäänkö paalutusalustaa (osana) rakenteiden alustäyttönä, tehdäänkö kaivutyöt ennen paalutusta vai paalutuksen jälkeen, miten paalutuskone on ajettavissa kohteeseen, mikä on suositeltava paalutusjärjestys, miten paalut, erityisesti vinopaalut, on asennettavissa (etu-, taka- vai sivukallistus).

Tämä edellyttää talonrakennuskohteissa pohjarakenne-suunnittelijan (geoteknisen suunnittelijan), rakenne-suunnittelijan ja usein myös LVI-suunnittelijan (putkijohdot, kuivatusrakenteet) tiivistä yhteistyötä ja vastaavasti väyläkohteessa geosuunnittelijan, rakennesuunnittelijan ja väylä- ja kuivatussuunnittelijan tiivistä yhteistyötä.

Kohteissa, missä on useita työvaiheita kaivujen, täyttöjen ja paalutuksen ja muiden rakennustöiden kesken, tulee suunnitelmassa ilmoittaa työjärjestys ja työvaiheet mihin suunniteltu ratkaisu perustuu. Mikäli pohjasuhteiden ja kohteen kaivu- ja täyttötasojen perusteella stabiliteetin voidaan arvioida olevan riittävä työjärjestyksestä riippumatta, tulisi tämäkin ilmoittaa työselostuksessa ja raportoida geoteknisessä suunnitteluraportissa. Geotekniseen suunnittelu-raporttiin tulee dokumentoida tehdyt stabiliteetti-laskelmat eri työvaiheista.

Mikäli toteutusvaiheessa poiketaan työjärjestyksestä, kaivu- ja täyttötasoista, tulee stabiliteetti tarkistaa uuden tilanteen mukaisilla tiedoilla. Pehmeiköllä, jo vähäiset alle 0,5 metrin poikkeamat suunnitelluista kaivu- tai täyttötasoista voivat johtaa liian alhaiseen stabiliteettiin ja sortumiin.

Paalujen katkaisutaso tulisi suunnitella siten, että katkaisutaso on katkaisuhetkellä ympäröivää maanpintaa 100…200 mm ylempänä. Tavanomaisilla savikoilla lyöntipaalutus ilman erikoistoimenpiteitä aiheuttaa maan syrjäytymisen johdosta maanpinnan ja työtason nousua, mikä tulee ottaa huomioon työtason korkeudessa

Paalutusalustan laajuuden, kuivatuksen, ajoluiskien, paalujen kuljetusteiden ja purkupaikkojen suunnittelu

Paalutusalustan laajuuden määrittämisessä tulee ottaa huomioon, että reunimmaisetkin paalut pystytään asentamaan tasaiselta alustalta. Asia korostuu erityisesti vinopaaluja käytettäessä (katso kohta *Vinopaalujen asennettavuus*).

Suunniteltaessa ajoluiskia paalutuskoneelle ja paalukuljetuksille, suositeltava maksimikaltevuus on 1:7 ja minimileveys 4 m tai käytettävän paalutuskoneen kokonaisleveys + min. 0.5m. Ajoluiskan rakenne-kerrosten paksuus mitoitetaan vastaavasti kuin paalutusalustan kantavuus. 50-90 t painaville paalutus-kalustoille ja paalujen kuljetuksissa käytettäville raskaille ajoneuvoille on kantavallakin pohjamaalla käytettävä vähintään 300…400 mm sorasta tai murskeesta tehtäviä rakennekerroksia työmaateillä ja luiskissa.

Paalujen purkupaikat tulisi olla suunniteltu vähintään karkealla tasolla siten, että purkupaikka sijoittuisi sopivan etäisyyden päähän paalutuskoneesta (tyypillisesti lyötävillä teräsbetonipaaluilla noin 10-30 metrin päähän). Purkupaikkojen olisi hyvä olla tasaisia, riittävän kantavia ja samalla korkeustasolla muun työskentelyalustan kanssa. Paaluvalmistajien ohjeista paalujen purkamisesta tulee noudattaa.

Paalutusalustan ja työmaateiden tulee olla kuivatettu, mielellään koko rakennekerrosten syvyydeltä kantavuuden takaamiseksi ja vähentämään pohjamaan ja työalustan häiriintymistä. Rakennekerrosten ja pohjamaan välissä on suositeltavaa käyttää suodatinkangasta, minkä käyttöluokka määritetään rakennekerrosten ja pohjamaan laadun perusteella (InfraRYL 21120). Kuivatus tulee toteuttaa pintakuivatuksen keinoin (kallistukset, avo-ojat) tai salaojituksella ja tarvittaessa työnaikaisella kuivatusvesien pumppauksella. Mahdollisuuksien mukaan hyödynnetään lopullisia kuivatusrakenteita, mutta usein niiden korkeustaso on ylempänä kuin työnaikana tarvittava kuivatustaso. Erityisen vaativissa kohteissa (paalutustaso huomattavasti pohjavedenpinnan alapuolella) on suunniteltava pohjavedenpinnan alennus.

Vinopaalujen asennettavuus ja huomioonottaminen suunnittelussa

Paalujen kaltevuuden ääriarvot määritetään paalutuskoneen, paalun kaltevuuden suunnan paalutuskoneeseen nähden, käytettävän paaluelementin pituuden ja metripainon perusteella. Paalutuskoneiden valmistajilla on ns. kallistustaulukoita, joista voidaan tarkastaa eri tilanteiden rajoitteet kallistuksille. Kallistustaulukot perustuvat siihen, ellei valmistaja toisin ilmoita, että paalutusalusta on tasainen ja enintään 5° kalteva (vastaa noin 1:12 kaltevuutta). Mikäli paalutusalusta ei ole vaakasuora (± 5°), tulee koneen riittävä varmuus kaatumista vastaan tarkastaa laskelmin tai varmistaa koneen valmistajalta.

Mikäli teräsbetonisia lyöntipaaluja, suuriläpimittaisia teräsputkipaaluja (metripaino > 120…150 kg/m), tarvitaan jyrkempään kaltevuuteen kuin 8:1 ja asennetaan tavanomaisella 55-90 t kokonaispainoisella (paalun paino mukana) paalutuskalustolla, on paalutus käytännössä tehtävä ns. takakallistuksella ellei kallistustaulukon mukaan toisenlainen asennus ole mahdollista tai käytetä lyhyitä paaluelementtejä. Tämä tarkoittaa, että asennettavan paalun ”takana” on oltava vähintään 10-12 metriä tilaa paalutuskoneelle.

Yleisesti ottaen vinopaaluja ei tulisi suunnitella kaltevampaan kuin 3.5:1…4:1.

Vinopaalun asennus

etukallistuksella (vasen kuva)

takakallistuksella (oikea kuva)

Kuvat: Junttan Oy

Esimerkki kallistus-taulukosta

Lähde: Junttan Oy

KALLISTUSTAULUKOT pmx22-shk5 EN16228 SC

KALLISTUSTAULUKKO, EN 16288 SC

Koneen tyyppi: Paalutuskone
Koneen malli: PMx22
Sarjanumero: 1744
Vaakapuomi: Vaakapuomin asennoille 300, 600, 900 ja 1200 mm ulkona.
Vastapaino: Massa 6 400 kg, liikuteltava.

1. **Maan kantavuus pitää olla tarkastettu ja varmistettu.**
2. **Kone tukevalla maaperällä ja telasto täysin levitettynä. Maan maksimi kaltevuus 5°.**
3. **Vastapainon asento: maksimi massa ja täysin ulkona paitsi takakallistuksissa vastapaino on sisällä.**
4. **Keilin kanta on hieman irti maasta ja paalu on maata vasten ennen kallistusten ottoa.**
5. **Takajalat: takajalat aina maata vasten takakallistuksissa.**

Keilin pituus: **21.0 m** + 1.4 m köydenohjain + 4 m teleskooppi.
Keilin modulointi: 13.8 + 3.0 + 4.2 m
Hydraulinen järkäle: SHK 5, kokonaismassa 9 800 kg

Paalujen maksimi massa KG

Paalu 15 m

Vaakapuomin asento		Maks. 300 mm ulkona			Maks. 600 mm ulkona			Maks. 900 mm ulkona			Maks. 1200 mm ulkona		
Kallistus		Eteen	Taakse	Sivulle	Eteen	Taakse	Sivulle	Eteen	Taakse	Sivulle	Eteen	Taakse	Sivulle
1:3	18.43°												
1:3.5	15.95°												
1:4	14.03°		2000			2000			2000			2000	
1:5	11.31°		4500			4500			4000			3000	
1:6	9.46°	1500	5500			5500			4000			3000	
1:8	7.12°	4500	5500		2500	5500			4000			3000	
1:10	5.71°	5500	5500	5500	4000	5500	5500	2000	4000			3000	
1:20	2.86°	5500	5500	5500	5500	5500	5500	4000	4000	4000	3000	3000	3000
Pystyssä 0°			5500			5500			4000			3000	

Paalu 14 m

Vaakapuomin asento		Maks. 300 mm ulkona			Maks. 600 mm ulkona			Maks. 900 mm ulkona			Maks. 1200 mm ulkona		
Kallistus		Eteen	Taakse	Sivulle	Eteen	Taakse	Sivulle	Eteen	Taakse	Sivulle	Eteen	Taakse	Sivulle
1:3	18.43°												
1:3.5	15.95°												
1:4	14.03°		2500			2500			2500			2000	
1:5	11.31°		5000			5000			4000			3000	
1:6	9.46°	2500	5500			5500			4000			3000	
1:8	7.12°	5000	5500		3000	5500		1500	4000			3000	
1:10	5.71°	5500	5500	5500	5000	5500	5500	3000	4000		1500	3000	
1:20	2.86°	5500	5500	5500	5500	5500	5500	4000	4000	4000	3000	3000	3000
Pystyssä 0°			5500			5500			4000			3000	

Paalu 12 m

Vaakapuomin asento		Maks. 300 mm ulkona			Maks. 600 mm ulkona			Maks. 900 mm ulkona			Maks. 1200 mm ulkona		
Kallistus		Eteen	Taakse	Sivulle	Eteen	Taakse	Sivulle	Eteen	Taakse	Sivulle	Eteen	Taakse	Sivulle
1:3	18.43°												
1:3.5	15.95°		2000			2000			2000			2000	
1:4	14.03°		4000			4000			4000			3000	
1:5	11.31°	2500	5500			5500			4000			3000	
1:6	9.46°	4500	5500		2500	5500			4000			3000	
1:8	7.12°	5500	5500		5000	5500		3000	4000		1500	3000	
1:10	5.71°	5500	5500	5500	5500	5500	5500	4000	4000		2500	3000	
1:20	2.86°	5500	5500	5500	5500	5500	5500	4000	4000	4000	3000	3000	3000
Pystyssä 0°			5500			5500			4000			3000	

Paalutusalustan geotekninen mitoitus

Pohjamaasta tulee olla riittävästi lujuustietoa, jotta paalutustyöalusta voidaan mitoittaa. Paalutustyöalusta tulee mitoittaa pohjamaan lujuuden ja käytettävän kaluston perusteella. Mikäli käytettävä kalusto ei ole tiedossa, tulee suunnitelmassa (esim. geoteknisessä suunnitteluraportissa) esittää mihin lähtötietoihin (paalutuskalustoon) mitoitus perustuu.

Paalutusalustan esimerkkimitoituksia on esitetty Paalutusohjeen PO-2016, osan 2 liitteessä 4. On huomattava, että siinä esitetyt mitoitukset on tehty yksinkertaisissa tapauksissa, missä paalutusalueella ei ole korkeuseroja. Hyvin pehmeillä pohjamailla tarvittavan paalutusalustan paksuus kasvaa, mikä voi taas kasvattaa tarvittavaa kaivusyvyyttä.

Paalutusalusta mitoitetaan käytettävän kaluston perusteella. Kuva: Kankareen Paalutus Oy.

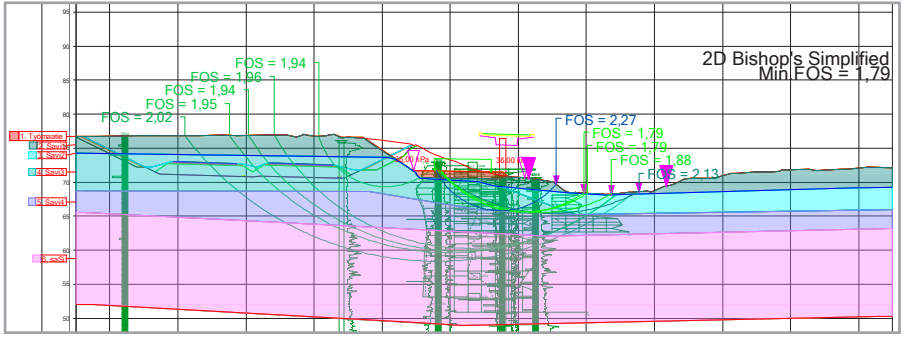
Paalutusalustoissa voidaan käyttää erilaisia vahvisteita parantamaan paalutuskoneen stabiliteettia. Vahvisteet voidaan suunnitella varmistamaan kantavuutta/parantamaan stabiliteettia, mutta mikäli työalustan kantavuus tai stabiliteetti ei ole riittävä ilman vahvistetta, tulee vahviste mitoittaa mitoituslaskelmin. Hyvin pehmeillä pohjamailla kuten turpeilla, massastabilointi usein on toimiva ratkaisu kantavaksi paalutusalustaksi.

Paalutustyön huomioiminen stabiliteettilaskelmissa

Kaivantojen läheisyydessä, ojan tai esim. vesistön lähellä (tyypillisesti sillan tulopenger ja maatuen paalutus) ja penkereeltä paalutettaessa tulee paalutustyön aikainen stabiliteetti varmistaa tapauskohtaisesti stabiliteettilaskelmin. Varmuus sortumista vastaan tulee olla Eurokoodimitoituksella murtorajatilassa ODF>1,0 (vastaa noin kokonaisvarmuutta F>1.5). Tilanteissa, joissa maapohjan siirtymiä ei voida laskea riittävän luotettavasti ja maapohjan siirtymillä on merkitystä, tulee käyttää korotettua varmuutta. Väyläviraston kohteissa varmuustasoissa ja geoteknisessä suunnittelussa noudatetaan Väyläviraston ohjeita.

Stabiliteettilaskelmissa otetaan huomioon:

- Maan syrjäytymisestä aiheutuva lisäkuormitus tulee huomioida maata syrjäyttävillä paaluilla esim. Liikenneviraston ohjeen Paalulaattojen ja paaluhatturakenteiden suunnittelu LO 5/2014 kohdan mukaisesti
- Huokospaineen nousun ja tärinän vaikutus luiskattujen kaivantojen, paalutusta lähellä olevien tukiseinien ja penkereiden mitoitukseen PO-2016 ja RIL 254 Kaivanto-ohjeen mukaisesti



Paalutus telineiltä, työsilloilta tai nykyisen rakenteen päältä

Paalutetuilta telineiltä tai työsilloilta paalutettaessa rakenteet tulee mitoittaa käytettävän paalutuskaluston, käytettävien materiaalien ja pohjaolosuhteiden perusteella taitorakenteena ja edellyttää rakenteellisia mitoituslaskelmia, joissa huomioidaan mm. työsilta/telinepaalujen nurjahtaminen, kuormien epäkeskisyydet / paalupoikkeamat ja paalutuskoneesta aiheutuvat piste-, alue- ja kokonaiskuormat. Tukitelineiden suunnittelun ja mitoituksen osalta noudatetaan RIL 147-2019 ohjetta ”Tukitelineet ja muotit”.

Olemassa olevien rakenteiden (esim. paalutus siltakannelta) kestävyys tulee varmistaa tarvittaessa rakenneteknisin laskelmin. Porapaalutuskalustolla mitoittavana tilanteena voi olla tilanne, missä paalun porauksen jälkeen pilottikruunua ja poratankokalustoa aletaan nostamaan ylös, mutta pilottikruunu tarttuu avartimeen kiinni, jolloin hetkellinen vetokuorma kasvaa suureksi. Tällöin kokonaispaino muodostuu paalutuskoneen painosta, poratun paaluputken painosta, porausputkien ja pilottikruunun yhteispainosta ja pilottikruunun ja poraputkien ylösvetovoimasta. Kokonaispainosta tällöin kohdistuu suuri osa telojen etuosaan kuorman ollessa epäkeskinen paalutuskoneen painopisteeseen nähden.

Monitorointi osana paalutustyöturvallisuuden varmistamista

Maan ja rakenteiden siirtymien (geodeettiset mittaukset, inklinometrit), huokospaineen muutoksien, ankkurivoimien tms. mittaamisella voidaan myös paalutustyöturvallisuutta parantaa tai varmistaa. Vaativissa kohteissa monitorointi on suositeltavaa, jotta voidaan varmistua, että rakenteet ja pohjamaa käyttäytyvät mm. paalutuksen aikana siten, kun suunnitteluvaiheessa on oletettu. Oleellista on määrittää mitattaville suureille selkeät hälytys- ja toimenpiderajat, joiden ylittyessä toimitaan etukäteen/suunnitelmassa kuvatulla tavalla ja että tehtävänjako eri toimijoiden kesken on selkeästi ja yksiselitteisesti määritetty.

Suunnitelmakatselmus ja toteutusaikana havaitut poikkeamat

On erittäin suositeltavaa, että pohjarakenne-suunnittelija (geosuunnittelija) on mukana suunnitelmakatselmuksessa ennen rakennustyön aloittamista. Suunnitelmakatselmuksessa suunnittelijan on mahdollista täsmentää ja kertoa perusteita tehdyille ratkaisuille (esim. työjärjestyksille), mahdollista ottaa ajoissa huomioon suunnitelmien valmistumisen jälkeen saadut lisätiedot (mm. urakoitsijan laatimat alue- ja työmaasuunnitelmat) ja reagoida, mikäli työjärjestyksiin tai suunnitelmiin on tulossa muutoksia urakoitsijasta tai muista seikoista johtuen.

Urakoitsijan on ehdottomasti informoitava rakennuttajaa ja pohjarakennesuunnittelijaa, mikäli työn aikana havaitaan pohjamaaolosuhteissa poikkeamia suunnitelmassa esitettyyn tai havaitaan silmämääräisesti tai mittauksilla maaperän liikkeitä, joilla voi olla vaikutusta työturvallisuuteen, erityisesti paalutuskoneen stabiliteettiin.

Kuva: Veli-Matti Uotinen

VÄYLÄ

Verkkojulkaisu pdf (www.vayla.fi)