

Tässä dokumentissa on esitetty lausuntoehdotuksen muutokset seuraavasti:

Vihreällä ylivuivattu teksti on uutta sisältöä.

Keltaisella ylivuivattu teksti on nykyisestä luvusta 18360 Massanvaihtoon kuuluvat täytöt siirrettyä muokattua sisältöä.

Ylivuivaamaton teksti on nykyisestä luvusta 18360 Massanvaihtoon kuuluvat täytöt siirrettyä muokkaamatonta sisältöä.

16250 Massanvaihtoon kuuluvat kaivannot

Ohje

Massanvaihto on perustamistapa, jossa huonosti kantava tai runsaasti kokoonpuristuva pohjamaa vaihdetaan kokonaan tai osittain kantavuudeltaan parempaan materiaaliin.

Massanvaihto jaetaan pehmeän perusmaan poistotapojen perusteella kahteen pääryhmään: kaivamalla tai pengertämällä ja syrjäyttämällä suoritettavaan massanvaihtoon.

Massanvaihto tehdään yleensä täydellisenä massanvaihtona kaivamalla, jolloin pehmeät ja lujuusominaisuuksiltaan heikot maakerrokset poistetaan kantavaan maakerrokseen asti. Massanvaihto voidaan toteuttaa myös pengertämällä (ja syrjäyttämällä), mikä edellyttää alkukaivannon tekemistä ja ylösnousevien massojen jatkuvaa poistoa syrjäytymisen onnistumiseksi.

Suunnitelma-asiakirjoissa tai työn aikana erikseen osoitettuun syvyyteen tai pehmeiden kerrostenajaan (esimerkiksi turve/savi) tehtävä osittainen massanvaihto toteutetaan kaivamalla tai ruoppaamalla. Luvussa käsitellään myös massanvaihto vedenalaisen kaivannon. Tässä luvussa ei käsitellä pilaantuneiden maiden poistoa.

Massanvaihtotyön aikana tulee kaivannon stabiliteetin olla riittävä työn eri vaiheissa. Vedenalaisena tehtävällä massanvaihdolla voidaan parantaa työnaikaista kaivannon stabiliteettia.

Massanvaihtokaivantoa ei suositella jätettäväksi auki kovinkaan pitkäksi aikaa, vaan täyttötyö tulisi suorittaa varsin pian. Tarvittaessa voidaan massanvaihtoa tehdä esim. lamellikaivuna vaiheittain kaivaen ja täyttäen.

Penkereen toisen tai molemman reunan alle kaivamalla tehtävää massanvaihtoa, ns. tukimassanvaihtoa, voidaan käyttää penkereen vakavuuden parantamiseen, tyypillisesti sivukaltevissa pohjamaaolosuhteissa.

Alueen läheisyydessä sijaitsevien rakennusten ja muiden rakenteiden (esim. putket, kaapelit) sijainnit ja perustamistavat tulee selvittää ja niille mahdollisesti massanvaihdon johdosta tarvittavat suojaustoimenpiteet sekä tarkkailu tulee määrittää.

Mikäli massanvaihtokaivanto ulottuu vesistöön, tulee tarvittavat luvat olla hankittuna ja vaadittavat ilmoitukset tehtynä. Laajemmat vesi- ja ympäristöluvan alaiset vedenalaiset maaleikkaus- ja kaivantotyöt on käsitelty luvussa 16410.

Vaatus

Ennen massanvaihdon kaivutyön aloittamista pidetään tarvittavat katselmukset sekä tehdään tekninen työsuunnitelma, jonka tulee sisältää: työjärjestys, kaivu- ja täyttötyön keskinäinen ajoitus ja vaiheistus,

työtä estävät ja rajoittavat rakenteet, niiden suojaaminen ja/tai tarkkailu, laaduntarkkailu; täyttömateriaalin ja tiivistystyön mittaukset, kaivu- ja täyttötapa, ympäristöntarkkailu, työturvallisuusasiat.

Yli kaksi metriä syvästä massanvaihtokaivannoista tulee olla luotettava selvitys kaivannon työnaikaisesta pysyvyydestä, mikäli kaivanto toteutetaan luiskaamalla. Massanvaihdon toteutustapa tulee valita siten, että kaivu- ja täyttötyö voidaan toteuttaa työturvallisesti. Toteutuksessa ja työturvallisuudessa tulee vähintäänkin huomioida:

- maan geotekniset ominaisuudet
- kaivannon syvyys
- luiskan kaltevuus ja kuormitus
- vedestä aiheutuvat vaaratekijät (sade, kuivuminen tai routa)
- tärinästä aiheutuvat vaaratekijät (kaivannon yhteydessä ja läheisyydessä tehtävät työt) sekä
- raskaan ajoliikenteen vaikutus kaivannon läheisyydessä.

Viitteet

16410 Vedenalaiset maaleikkaukset ja -kaivannot, erittelemätön, InfraRYL

Infra 2015 Määrämittausohje 1625

Massanvaihdon suunnittelu, Väyläviraston ohje 11/2021 (www.vayla.fi/ohjeluetelo).

16250.1 Massanvaihtoon kuuluvien kaivantojen materiaalit

Vaatus

Yleisiä laatuvaatimuksia ei ole.

16250.2 Massanvaihtoon kuuluvien kaivantojen työalusta

16250.2.1 Massanvaihtoon kuuluvien kaivantojen työalusta, yleistä

Vaatus

Kasvillisuuden, pintamaan ja kuivakuorikerroksen poisto tehdään *lukujen 1111 ja 11410* mukaan. Valmistelevat kaivu- ja tuentatyöt tehdään *lukujen 16100, 16200 ja 16300* mukaisesti.

Ohje

Massanvaihtoon liittyvä kaivutyö suoritetaan luonnonmaalta tai erikseen rakennetun kantavan työalustan tai täyttöpenkereen päältä.

Viitteet

[11111 Poistettava kasvillisuus, InfraRYL](#)

[11410 Poistettavat pintamaat, InfraRYL](#)

[16100 Maaleikkaukset, InfraRYL](#)

[16200 Maakaivannot, InfraRYL](#)

[16300 Kaivannon tukirakenteet, InfraRYL](#)

16250.2.2 Massanvaihtoon kuuluvien kaivantojen työalusta, vedenalainen

Vaatus

Massanvaihtoa edeltävänä työnä rakennetaan tarvittavat suojaukset, jotka estävät poistettavan massan sekoittumisen käyttökelpoiseen maa-ainekseen.

Viitteet

16410 Vedenalaiset maaleikkaukset ja -kaivannot, erittelemätön, InfraRYL.

16250.2.3 Massanvaihtoon kuuluvien kaivantojen työalusta, vesistöpenkereet

Vaatus

Massanvaihto vesistöpenkereellä tehdään suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti.

Ohje

Jos vesistöalueella on penkereen kohdalla heikosti kantavia tai kokoonpuristuvia maakerroksia, tehdään vedenalainen massanvaihto. Sitä varten suunnitellaan kaivu- tai ruoppauslinjat sekä kaivumassojen kuljetus- ja läjitysalueet. Massanvaihdon kaivulinjat mitataan ja merkitään maastoon mittamerkein ja veteen poijuin.

Veden samentumisen ja mahdollisesti kaivun yhteydessä veteen joutuvien haitallisten aineiden kulkemisen estämiseksi laaditaan suunnitelmat tarvittavista suojausrakenteista ja -toimenpiteistä (ks. esimerkiksi RT 103553).

Viitteet

RT 103553 Roskaantumisen hallinta vesistötyöissä

16410 Vedenalaiset maaleikkaukset ja -kaivannot, erittelemätön, InfraRYL.

16250.3 Massanvaihtoon kuuluvien kaivantojen tekeminen

16250.3.1 Massanvaihtoon kuuluvien kaivantojen tekeminen, yleistä

Vaatus

Massanvaihdon kaivu tehdään suunnitelma-asiakirjojen mukaan soveltaen *lukuja 16100, 16200 ja 16300*.

Massanvaihdon täyttötyö tehdään suunnitelma-asiakirjojen mukaan **soveltaen lukua 18360**.

Massanvaihtotyön aikana voidaan kaivannon luiskalta sallia pieniä paikallisia sortumia kaivuluiskassa, mikäli kaivannon läheisyydessä tai kaivannon vaikutusalueella ei sijaitse yleistä liikennettä, varottavia rakenteita/tekniikoita tai työkoneita.

Erityisesti tulee tarkastella kaivannon varmuutta kaivettaessa eloperäisiä tai hienorakeisia maalajeja.

Kuivatyönä tehtävässä massanvaihdon toteuttamisessa tulee huolehtia kaivupohjan riittävästä kuivatuksesta ja pohjaveden paikallisesta alentamisesta kaivannon ja kaivannon pohjan vakavuus huomioiden *lukujen 16200 ja 16300* mukaisesti.

Pohja- ja orsiveden alentaminen työnaikaisesti tehdään kohdekohtaisen pohjavedenhallintasuunnitelman mukaisesti.

Talvityössä on estettävä jääpatjan muodostuminen kaivannon pohjalle myöhempien sulamispainumavaurioiden ehkäisemiseksi.

Massanvaihto voidaan toteuttaa myös vedenalaisena.

Ohje

Massanvaihdon kaivantoja tehdään pääosin luiskattuna kaivantona, sillä kaivannot ovat auki melko lyhyen aikaa ja niitä tehdään lähinnä alueilla, joissa on tilaa tehdä kaivannot riittävän kaltevalla luiskalla. Samoin massanvaihdon kaivannoissa harvoin työskennellään kaivannon pohjalla ja työmaatiet ja muut kulkuyhteydet viedään riittävän kauaksi kaivannon reunasta.

Kaivantojen, etenkin yli kaksi metriä syvien, kohdalla on kaivannon reunoille suunniteltava suojakaiteet tms. rakenteet. Kulkureitit ja työmaatiet kaivannon reunoilla tulisi sijoittaa siten, että sekä maaperäolosuhteet että kaivannon syvyys otetaan huomioon. Liikenne ohjataan riittävän etäälle kaivannon reunasta ja merkitään riittävän tarkasti esim. ohjauspuomein.

Massanvaihtokaivannon leikkausluiskien sortumia/lohkeamia ja kaivannon ympäristöä tarkkaillaan silmämääräisesti. Kaivettavien massojen määrää seurataan paaluväleittäin. Jos leikkausluiskien sortumia/lohkeamia todetaan, on suunnitelmaa tarkistettava, ennen kuin työtä voidaan jatkaa.

Kaivun ja täytön teoreettinen syvyys ja muoto osoitetaan suunnitelma-asiakirjoissa. Kaivun syvyys esitetään yleensä maalajirajana.

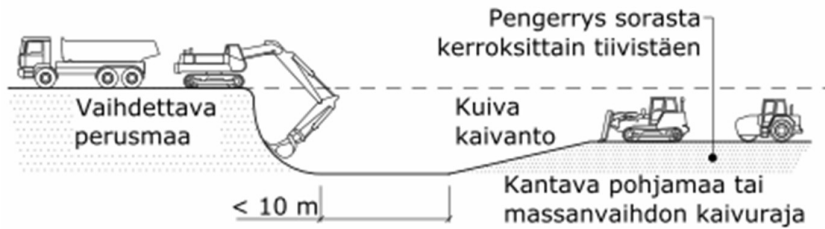
Koska tutkimuspisteiden välillä kerrosrajat saattavat vaihdella epäsäännöllisesti, tavoitetaso on tarkistettava työnaikaisten havaintojen perusteella.

Kaivantoon kertyvä vesi voidaan tarvittaessa pumpata pois, ellei suunnitelma-asiakirjoissa muuta määrätä.

Kaivaminen tehdään, jos mahdollista, etukäteen kaivuna. Kaivussa otetaan huomioon kerralla auki olevan kaivannon pituus (*kuva 16250:K1*), luiskalta kaltevuus ja poistettavan maakerroksen lujuus sekä aukioloajan

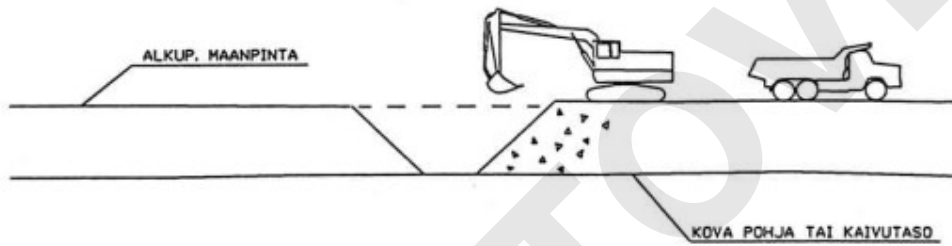
pituus. Mikäli riittävää stabiiliutta ei saavuteta työnaikaisesti luiskaamalla, tehdään massanvaihto tuetussa kaivannossa suunnitelmien ja *luvun 16300* mukaisesti.

Kuva 16250:K1. Massanvaihto kuivaan kaivantoon kerroksittain tiivistämällä. Esimerkki *tukiteen kaivusta*.



Kaivaminen voidaan toteuttaa myös penkereen päältä kaivuna (*kuva 16250:K2*). Tällöin menetelmä rajoittaa kaivussyvyyttä ja poiskuljetettavat vetelät kaivumassat sotkevat rakennettua pengertä.

Kuva 16250:K2. Massanvaihto kaivantoon penkereen päältä kaivuna



Jos täyttö seuraa välittömästi kaivua, on varmistettava, etteivät massanvaihtomateriaali ja kaivumaat sekoitu keskenään. Pengermateriaali, johon on sotkeutunut kaivumaata, on poistettava ja korvattava puhtaalla pengermateriaalilla.

Suunnitellusta kaivussyvyydestä ei saa poiketa ilman rakennuttajan lupaa. Massanvaihdon aikana kaivannon syvyyttä tarkkaillaan työn aikana silmävaraisesti arvioimalla ja digitaalisesti koneohjauksen avulla. Jos kaivu ulotetaan kiinteään pohjaan tai selvään maalajirajaan, suunnitelman toteutumista tarkkaillaan poiskaivetun maa-aineksen ja leikkauspohjan maan laadun perusteella.

Massanvaihdon epäonnistumisen riski lisääntyy kaivussyvyyden kasvaessa erityisesti pehmeissä ja erittäin pehmeissä pohjamaissa, koska pohjamaa häiriintyy kaivettavan kohdan ympäröivän maan osalta ja täyttyy viereisellä pohjamaalla. Lisääntyneet kaivumassat tai maan siirtymiset kaivannon ulkopuolella ovat merkkejä siitä, että kaivamalla on hankalaa saada kaikkea pohjamaata poistettua tarvittavaan syvyyteen saakka.

Massanvaihdon toteutuneesta kaivupohjasta tallennetaan toteutumätiedot koneohjaukseen hyödyntäen.

Viitteet

[16100 Maaleikkaukset, InfraRYL](#)

[16200 Maakaivannot, InfraRYL](#)

[16300 Kaivannon tukirakenteet, InfraRYL](#)

18360 Massanvaihtoon kuuluvat täytöt, InfraRYL.

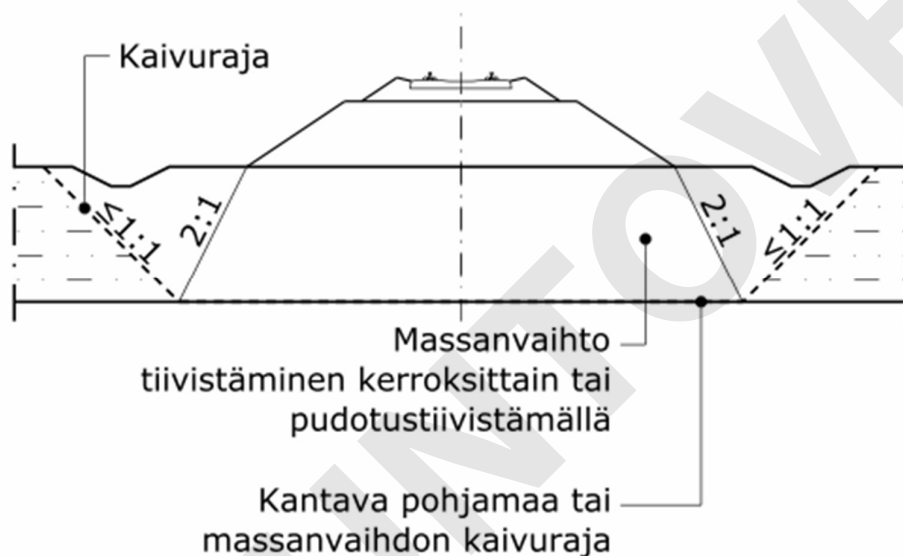
16250.3.2 Massanvaihtoon kuuluvien kaivantojen tekeminen, rautatien radan rakenteet

Vaatus

Rautatien radan rakenteissa massanvaihtokaivanto määräytyy *kuvan 16250:K3* mukaisesti. Kuvassa esitetty vastaluiska ($\leq 1:1$) tulee suunnitella tapauskohtaisesti siten, että kerroksittain tiivistys voidaan tehdä turvallisesti ja kaivantoluiskat eivät sorru työn aikana.

Mikäli kovan pohjan taso poikkeaa oletetusta, määritetään kaivannon syvyys ja laajuus *kuvan 16250:K7* mukaisesti.

Kuva 16250:K3. Massanvaihtokaivannon laajuuden määrittäminen rautatien radan rakenteissa.



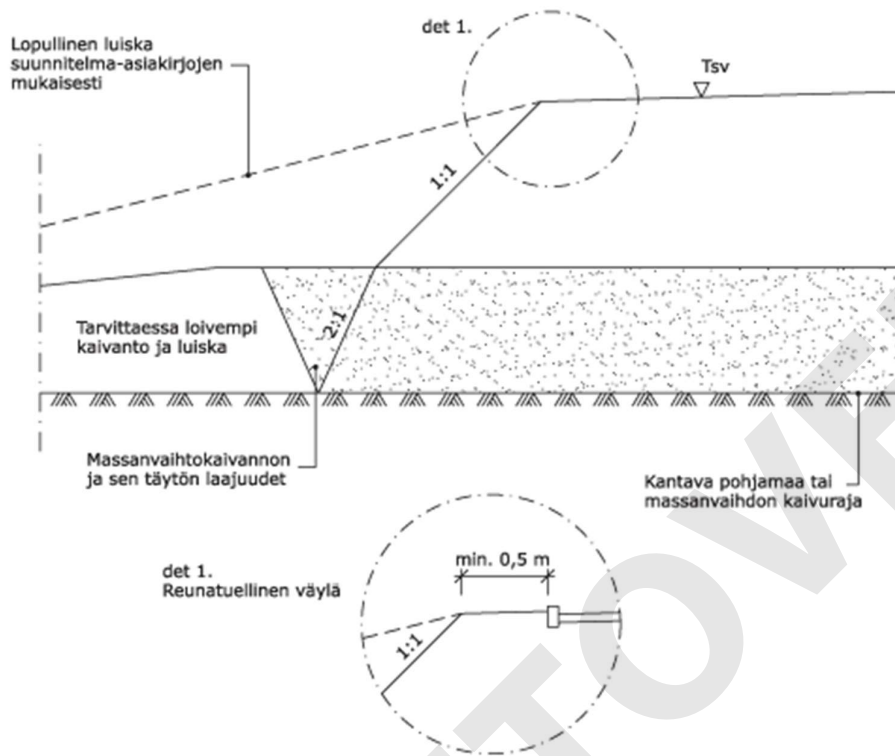
16250.3.3 Massanvaihtoon kuuluvien kaivantojen tekeminen, tie- ja katurakenteet

Vaatus

Tie- ja katurakenteisiin liittyvä massanvaihtokaivanto määräytyy *kuvan 16250:K4* mukaisesti. Vastaluiska tehdään kaltevuudella 2:1 tai loivemmin, mikäli kaivantoluiskan pysyvyys sitä edellyttää. Kaivannon leveyden tulee olla riittävän leveä, että penkereen ja luiskien haitallinen painuminen estetään sekä luiskien osalta riittävä stabiliteetti saavutetaan. Mikäli kovan pohjan taso poikkeaa oletetusta, määritetään kaivannon syvyys ja laajuus *kuvan 16250:K7* periaatteiden mukaisesti.

Kuva 16250:K4. **lovaan pohjaan tehtävän massanvaihtokaivannon minimileveys tie- tai katurakenteissa** Reunatuellisessa rakenteessa luiskan 1:1 yläreunan vähimmäisetäisyys reunatuesta on 0,5 m.

MASSANVAIHTO KAIVAMALLA



Ohje

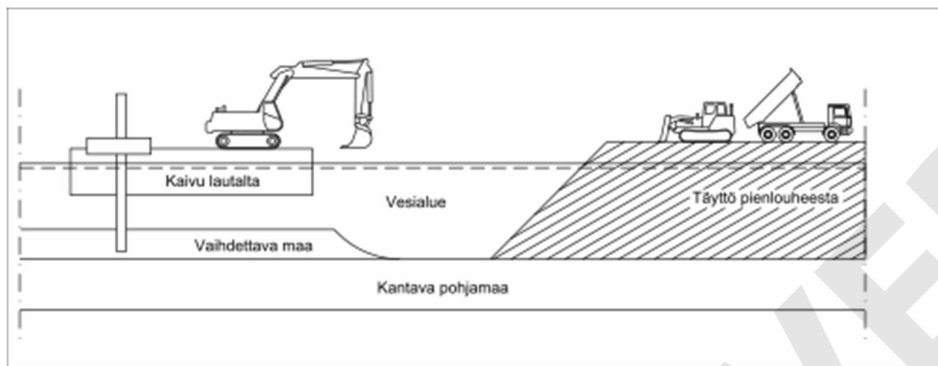
Suunnitelma-asiakirjoissa esitetään, tiivistetäänkö täyttö kerroksittain tiivistäen, syvätiivistämällä (pudotustiivistys) vai käytetäänkö tiivistämiseen esikuormituspengertä. Pengertäyttötyössä eri materiaaleilla noudatettavat laatu- ja tiivistysvaatimukset ovat [lukujen 16100 ja 18111](#) mukaiset. Täyttötyön aikana massamenekkiä seurataan jatkuvasti kuormakirjanpidon ja täytön edistymisen perusteella. Kuormakirjanpito luovutetaan rakennuttajalle tarkastettavaksi. Pengerryksen yläpinnan tasoa tarkkaillaan vaaituksin. Myös pohjamaan käyttäytymistä pengerryksen edessä tarkkaillaan. Jos pohjamaan todetaan painuvan, on pengerrys keskeytettävä välittömästi ja tehtävä tarvittavat muutokset suunnitelma-asiakirjoihin. Suunnitelma-asiakirjoissa esitetään:

- varottavat rakenteet, niiden tarkkailumittaukset ja suojaaminen
- johtojen ja kaapeleiden suojaaminen
- massanvaihdon kaivannon kaivutasot
- **mahdollisen ylipenkereen materiaalit ja laajuus**
- kaivuluiskien kaltevuudet ja kaivannon tuenta
- vedenpinnan taso kaivannossa
- kaivumenetelmät ja -vaiheet
- kaivumassojen määrän mittaus
- pengerrystapa
- täyttöön käytettävät materiaalit
- täyttömateriaalin määrän mittaus

Ohje

Massanvaihtokaivanto tehdään ruoppaamalla, kuva [16250:K6](#). Jos poistettava kaivumaa on riittävän kiinteätä, kaivaminen voidaan tehdä louhepenkereen päältä. Poistettava kaivumaa ei saa sekoittua penkereen louheeseen. Kaivumaita ei saa läjittää vesistöön, ellei siihen ole voimassa olevaa lupaa. Massanvaihdon kaivannon syvyyttä tarkkaillaan työn aikana luotaamalla **tai koneohjauksella**.

Kuva 16250:K6. Vedenalainen massanvaihto.



Vaatus

Toteutuneen kaivannon syvyys ja muoto on tarkistettava luotaamalla tai koneohjauksesta saatavalla toteumatiedoilla.

Tarkkuusvaatimukset ja laadunvarmistaminen kaivutyön osalta esitetään kohdekohtaisessa työselostuksessa ja suunnitelmissa.

Ohje

Jos kaivu ulotetaan kiinteään pohjaan tai selvään maalajirajaan, tarkkaillaan kaivun syvyyttä poiskaivetun maa-aineksen ja leikkauspohjan maan laadun perusteella.

Luotausten ja koneohjauksen perusteella laaditaan kaivannon tai vedenpohjan poikkileikkaukset 20 m:n välein toteutumapiirustusta varten.

16250.4 Valmis massanvaihtoon kuuluva kaivanto

Vaatus

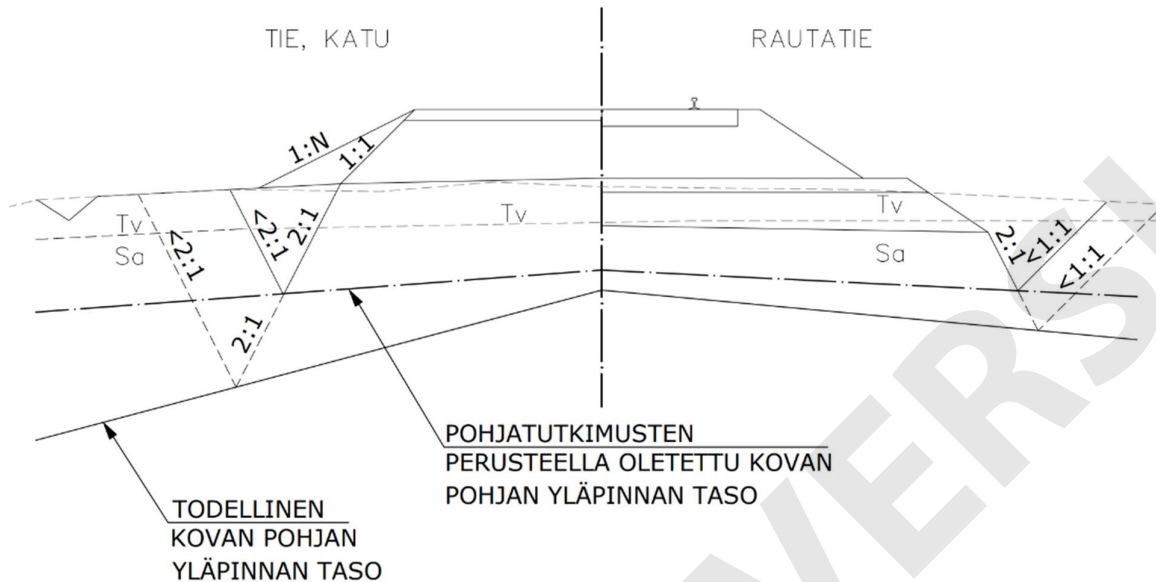
Massanvaihtokaivannon laatuvaatimukset ovat *kohdan 18360.4* mukaiset.

Massanvaihtotaso ulotetaan suunnitelman mukaiselle tavoitetasolle tai kovaan pohjaan. Kohdekohtaiset vaatimukset esitetään suunnitelmissa ja työselostuksessa.

Mikäli kovaan pohjaan kaivamalla tehtävän massanvaihtotason toteuma poikkeaa suunnitellusta kaivutasosta, tulee massanvaihto ulottaa *kuvan 16250:K7* mukaisesti suunnitellun penkereen alareunasta alaspäin kovaan tai kantavaan pohjaan asti 2:1 kaltevuudella.

Jos massanvaihtotaso poikkeaa merkittävästi syvyysuunnassa (ja sitten myös leveysuunnassa), tulee työt keskeyttää ja ottaa yhteys tilaajaan ja suunnittelijaan jatkotoimenpiteiden määrittämiseksi.

Kuva 16250-K7. Kovaan pohjaan tehtävän massanvaihtotason määrittäminen vasen (tie, katu) ja oikea (rautatien rata).



Viitteet

18360.4 Valmiit massanvaihtoon kuuluvat täytöt, InfraRYL.

16250.5 Massanvaihtoon kuuluvien kaivantojen kelpoisuuden osoittaminen

Vaatus

Kaivun aikana varmistetaan jatkuvasti silmämääräisesti sekä mittaamalla, että kaivu on tehty suunnitelma-asiakirjojen mukaiseen syvyyteen ja leveyteen. Kaivumääriä seurataan työn edetessä koneohjauksen avulla. Massanvaihtotason alapinnasta tallennetaan toteutumatiedot koneohjaukseen hyödyntäen.

Kun massanvaihdon kaivussyvyys on 5 metriä tai enemmän, tulee kaivun ja täytön kelpoisuus osoittaa laadunvarmistusporakonekairauksilla. Porakonekairauksia tehdään penkereen keskeltä ja reunoilta 20 metrin välein linjamaaisissa rakenteissa ja 20x20 metrin ruutuun kenttärakenteissa tai hyvin leveillä poikkileikkauksilla. Porakonekairauskohdat sijoitetaan mahdollisuuksien mukaan jo suunnitteluvaiheissa tehtyjen pohjatutkimusten kohdille (tulkinta tarkentuu). Mikäli havaitaan, että täyttö ei ole ulottunut kovaan pohjaan, lisätään porakonekairauksia.

Laadunvarmistusporakonekairauksia tehdään myös tilanteissa (lähinnä vedenalaisissa massanvaihtoissa), jossa massamenekien, ympäristössä havaittujen siirtymien tai muun syyn perusteella on perusteltua olettaa, että täytön alle on jäänyt pehmeää perusmaata.

Porakonekairauksia ei tarvita yli 5 m syvyyksissä massanvaihtokohteissa, jos kaivu on tehty kuivatyönä ilman merkittäviä leikkausluiskien sortumia, työnaikaiset havainnot osoittavat, että kova pohja on näkyvässä ja täyttö on tehty kaivun perässä. Havainnot tulee dokumentoida kohdekohtaisten ohjeiden mukaisesti valokuvien ja/tai videoilla, joista ilmenevät sijainti (paaluluku/koordinaatit), työn/kuvauksen ajankohta ja koneohjauksen avulla saadut kaivun toteutumatarkkeet.

Ohje

Koneohjauksella dokumentoidut kaivupohjan **toteumatiedot** (x, y, z) eivät pehmeissä pohjamaissa ja vedenalaisissa kaivuissa yksiselitteisesti osoita, että täyttö on toteutunut kauttaaltaan kaivutasoon saakka. Pohjamaa häiriintyy helposti ja kaivuluiskat voivat olla epästabiileja, jolloin kauhan ylösnoston jälkeen kaivukohta voi täyttyä osittain tai kokonaan ympäröivästä häiriintyneestä pohjamaasta. Ilmiön todennäköisyys kasvaa kaivussyvyyden syvetessä ja pohjamaan häiriintymisherkkyuden lisääntyessä.

Massamenekkitarkkailu on esitetty kuvassa 18360.12.

Viitteet

18360 Massanvaihtoon kuuluvat täytöt, InfraRYL.

16250.6 Massanvaihtoon kuuluvien kaivantojen ympäristövaikutukset

Vaatus

Noudatetaan kohtaa 16200.6.

Viitteet

[16200.6 Maakaivantojen tekemisen ympäristövaikutukset, InfraRYL.](#)