



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

MAARAKENTAMINEN LENTOASEMA- ALUEELLA

Rakentamisohje

Piia Jokihaara

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2017
Rakennustekniikka
Infrarakentaminen



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka
Infrarakentaminen

PIIA JOKIHAARA:

Maarakentaminen lentoasema-alueella
Rakentamisohje

Opinnäytetyö 55 sivua, joista liitteitä 5 sivua
Huhtikuu 2017

Opinnäytetyön tilaaja oli Destia Oy. Opinnäytetyön aiheena oli perehtyä lentokentän asettamiin rakentamisvaatimuksiin keskeisimpien työvaiheiden osalta ja työskentelyyn Helsinki-Vantaan lentoasemaympäristössä pois lukien kalliorakentaminen sekä verrata lentokenttä rakentamista normaaliin tierakentamiseen. Lentoasemalla rakentaessa tulee ottaa huomioon monta tekijää. Lentokoneet vaativat kokonsa vuoksi maarakenteilta suurempia kantavuuksia, mutta myös työturvallisuudelta ja laadulta enemmän vaatimuksia. Lisäksi rakentamisympäristö asettaa omia vaatimuksia rakentamiselle. Työn tavoitteena on toimia hyvänä rakentamisohjeena urakoitsijoille, jotka tulevaisuudessa rakentavat lentokentillä etenkin Helsinki-Vantaan lentoasemalla. Se antaa kattavan kuvan siitä, mitä työskentely lentoasemalla vaatii ja millaisia vaatimuksia lentoasema asettaa rakentamiselle. Tutkimus pohjautuu olemassa olevaan kirjallisuuteen ja omakohtaisiin havaintoihin.

Työn alussa perehdytään työskentelyyn lentoasemalla, siellä liikkumiseen ja yleisiin sääntöihin sekä tällä hetkellä käynnissä olevaan rakennusurakkaan, jossa Destia Oy on mukana. Työn keskeisessä osassa perehdytään lentokentän asettamiin rakentamisvaatimuksiin sekä verrataan vaatimuksia/määräyksiä normaaliin tienrakentamiseen. Rakentamismääräyksiä lisäksi työhön on koottu myös muut lentokentän asettamat vaatimukset.

Työn loppuun tehtiin vertaileva yhteenveto lentokenttä ja tierakentamisesta. Vertailulla haluttiin luoda lukijalle kuva siitä, millaisessa suuruusluokassa maanrakennus- ja päällystetöitä Helsinki-Vantaan lentoasemalla tehdään.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Infrastructures

PIIA JOKIHAARA:
Civil Engineering in Airport Area
Building Instruction

Bachelor's thesis 55 pages, appendices 5 pages
April 2017

This thesis was commissioned by Destia Ltd. The subject of the thesis was to study what requirements set by the airport construction and compared to airport construction and the normal infrastructure construction. The aim of this thesis was to act as a good guideline for building contractors who works at the Helsinki-Vantaa airport in the future. The thesis gives an idea of what the work demands at the airport. This work is based on existing literature and personal observations.

At the beginning of the thesis focuses on the work at the airport, the airport of movement and general rules. The middle part of the thesis focuses on the requirements of the airport building.

The end of the thesis is a comparative summary of the construction of the airport and the road. This comparison is desired to create a picture of magnitude of earthworks and pavement works at Helsinki-Vantaa airport will be made.

Key words: airport, quality, building requirements

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Tausta.....	7
1.2	Tavoitteet	7
1.3	Rajaukset.....	8
1.4	Toteutus	8
2	RAKENTAMINEN HELSINKI-VANTAAN LENTOASEMALLA	9
2.1	Yleistä	9
2.2	Kenttäalueen rakenne.....	9
2.2.1	Rullaustiet ja asematasot.....	9
2.3	Kenttäalueella liikkuminen ja työskentely.....	10
2.4	Asematason rakennushanke	10
3	POISTETTAVAT, PURETTAVAT JA SIIRRETTÄVÄT OSAT.....	12
3.1	Yleiset ohjeet	12
3.2	Rakenteet lentoasemalla	12
3.2.1	Olemassa olevat rakenteet ja rakennusosat	12
3.2.2	Poistettavat rakenteet	13
3.2.3	Siirrettävät johto- ja kaapelirakenteet	14
4	POHJARAKENTEET	15
4.1	Yleiset ohjeet	15
4.2	Pohjarakenteet lentoasemalla.....	16
4.2.1	Arinarakenteet	16
4.2.2	HDPE-kalvo ja bentoniittimatto.....	16
4.2.3	Kuivatusrakenteet.....	18
5	MAALEIKKAUS JA MAAKAIVANNOT	19
5.1	Yleiset ohjeet	19
5.1.1	Massat läjitykseen tai kaatopaikalle.....	19
5.1.2	Massat kerrosrakenteisiin.....	20
5.2	MAAKAIVANNOT	20
5.3	Yleiset ohjeet	20
5.4	Maakaivannot ja penkereet lentoasemalla	21
5.4.1	Putki- ja johtokaivannot	21
5.4.2	Kaapelikaivannot.....	23
6	TÄYTÖT JA RAKENNEKERROKSET	24
6.1	Kaivantojen täytöt.....	24
6.1.1	Kaivannon täyttöjen yleisohjeet.....	24
6.1.2	Kaivantojen täytöt lentoasemalla	26

6.2	Maapenkereet.....	28
6.2.1	Yleiset ohjeet.....	28
6.2.2	Maapenkereet lentoasemalla	29
6.3	PÄÄLLYSRAKENTEET	30
6.3.1	Yleiset ohjeet päällysrakenteista	30
6.4	Päällysrakenteet lentoasemalla	33
	Suodatinkankaat.....	33
7	PÄÄLLYSTEET	40
7.1	Ohjeet yleisesti.....	40
7.2	Ohjeet lentoasemalla.....	41
7.2.1	Asfalttimassan levityskalusto lentokentällä:	42
7.2.2	Päällysteen laadunvarmistus lentoasemalla	42
8	MUUT LENTOASEMAN VAATIMUKSET	43
8.1	Huonon näkyvyyden toiminta.....	43
8.2	Pölyn estäminen	44
8.3	Materiaalien väliaikainen varastointi	44
8.4	Luvat	44
8.4.1	Kulkulupa.....	44
8.4.2	Ajolupa.....	44
8.4.3	Tulityölupa	45
8.4.4	Lentoesteluvat	45
8.4.5	Maantyöstölupa.....	45
8.5	Aidat.....	46
9	POHDINTA.....	47
	LÄHTEET.....	49
	Liite 1. NATO-aakkoset (Finavia Oyj).	51
	Liite 2. Pintamaan poisto	52
	Liite 3. Maaleikkaustöiden tarkkuus- ja tasaisuusvaatimukset ja leikkausluiskan sallitut mitta- ja sijaintipikkeamat (InfraRYL 2010).	53
	Liite 4. Matala kylttikaapelikaivanto (Ramboll 2003).	54
	Liite 5. Putki- ja johtokaivantojen tekeminen (InfraRYL 2010).	55

LYHENTEET JA TERMIT

Allianssimalli	Projektin toteutustapa, jossa hankkeen keskeiset sidosryhmät vastaavat projektin suunnittelusta ja toteuttamisesta yhdessä yhteisellä organisaatiolla ja jakavat projektiin liittyvät riskit.
AM-AH	Asematason alue, joka tulee natoaakkosista ALFA MIKE – ALFA MIKE.
Asemataso	Asemataso on maalentopaikan osa, joka on tarkoitettu ilma-alusten matkustajien, postin tai rahdin lastausta tai purkamista sekä ilma-alusten tankkausta, paikoitusta ja huoltoa varten.
Finavia Oyj	Lentoasemayhtiö, joka mahdollistaa sujuvan lentoliikenteen ja kansainväliset yhteydet Suomesta maailmalle ja maailmalta Suomeen. Ylläpitää 22 lentoaseman verkostoa Suomessa sekä koko maan kattavaa lennonvarmistusjärjestelmää.
Konepaikka	Paikka asematasolla, johon lentokone pysähtyy lastausta, tankkausta, pesua tai huoltoa varten. On olemassa kahdenlaisia pesupaikkoja: pesukelpoisia ja ei-pesukelpoisia.
LEKO 7	Ilma-alusten huoltohalli Helsinki-Vantaan lentoasemalla.
LVP-tila	Low Visibility Procedures eli heikko näkyvyys lentokenttä alueella. Kiitotienäkyvyys on 550 metriä tai alle.
PIMA	Lyhenne sanasta pilaantunut maaperä.
RST-putki	Ruostumaton ja haponkestävä teräspankki, jota käytetään asematasolla muun muassa valaistuksiin.
Rullaustie	Tie, joka yhdistää asematasot ja kiitotiet toisiinsa.
Turvaetsintä	Turvallisuuden varmistaminen lentoasemalla ja sen valvotuilla alueilla.
UO1	Urakkaosa 1
UO2	Urakkaosa 2

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Finavia Oyj:n kehitysohjelma Helsinki-Vantaan lentokentän laajentamiseksi käynnistyi vuonna 2013. Sen tavoitteena on vahvistaa Helsinki-Vantaan asemaa sekä kansainvälisessä lentoasemien kilpailussa, että Euroopan ja Aasian välisen lentoliikenteen merkittävänä solmukohtana.

Syksyllä 2015 käynnistyi Helsinki-Vantaan asematason laajennusurakka. Projektin toteutetaan allianssimallilla eli tilaaja, suunnittelijat ja urakoitsijat toimivat yhteistyössä hankkeen toteuttamisessa. Urakka sisältää lentoasemalla tehtäviä lentoaseman laajennukseen liittyviä asematason ja rullausteiden infratöitä 45 hehtaarin alueella. Urakkaan kuuluu muun muassa maarakennusta, louhintaa, pohja- ja betonirakentamista, viemärintiä ja muita putkitöitä sekä alueen sähkö- ja telematiikkatöitä.

Opinnäytetyön tilaajana on Destia Oy. Destia Oy on infra-alan yritys, joka on yksi urakan merkittävimmistä toteuttajista. Destia Oy toteuttaa allianssiurakan maanrakennustyöt.

1.2 Tavoitteet

Lentoasema luo rakentamiselle omat haasteensa. Se poikkeaa monella tapaa normaalista tierakentamisesta. Lentoasemalla työskenteleville tahoille on luotu rakennuttajan toimesta monia ohjeita, kuinka toimia lentoasema-alueella eri rakentamisvaiheissa. Tämän työn tavoitteena on toimia hyvänä rakentamisohjeena urakoitsijoille, jotka nyt ja tulevaisuudessa rakentavat lentoasemilla etenkin Helsinki-Vantaan lentoasemalla. Työ antaa lukijalle kattavan kuvan siitä, mitä työskentely lentoasemalla vaatii ja mitä tulee olla huomioitu ennen rakentamisen aloittamista.

1.3 Rajaukset

Tässä työssä keskitytään infrarakentamisen keskeisiin työvaiheisiin, pois lukien kalliorakentaminen ja vesihuoltojärjestelmät. Lisäksi työstä on jätetty pois valaisinjärjestelmät, ajomerkinnät sekä RST-putkitukset.

1.4 Toteutus

Tässä työssä perehdytään ensiksi työskentelyyn lentoasemalla ja tällä hetkellä käynnissä olevaan allianssiurakkaan. Tämän jälkeen perehdytään olemassa olevan kirjallisuuden ja omakohtaisten havaintojen perusteella työvaihekohtaiseen rakentamiseen lentoasemalla ja normaalissa tiehankkeessa. Työvaihekohtaisen rakentamisen jälkeen perehdytään muihin lentoaseman asettamiseen vaatimuksiin, jotka tulee huomioida ennen rakentamisen aloittamista tai rakentamisen ollessa käynnissä. Työn lopussa on pohdittu lentoasema ja normaalin tierakentamisen eroavaisuuksia.

2 RAKENTAMINEN HELSINKI-VANTAAN LENTOASEMALLA

2.1 Yleistä

Helsinki-Vantaan lentoasema on Suomen suurin ja vilkkain lentoasema. Noin 90 % Suomen kansainvälisestä lentoliikenteestä kulkee Helsinki-Vantaan kautta. Maantieteellisen sijaintinsa vuoksi Helsinki-Vantaa on erinomainen kauttakulkukohde Euroopan ja Aasian välillä. Se on yksi tärkeimmistä syistä, miksi Helsinki-Vantaan lentokentällä on aloitettu vuonna 2015 suuri laajennusurakka (Finavia Oyj 2016a).

2.2 Kenttäalueen rakenne

Lentokentän keskeisin alue on lentokenttäalue, johon kuuluvat lentokoneiden lentoonlähtöön ja laskuun käyttämät kiitotiet, rullaustiet, asematasot sekä maasto ja rakennukset tai rakennusten osat, joihin yleisöllä ei ole vapaata pääsyä.

Kenttäalue on pääosin asfalttipäällysteistä aluetta. Rullaustiealueet ja huoltotie on pääosin sijoitettu kallioiselle alueelle, jossa kallionpinta sijaitsee kairauksien perusteella 0,4-2,60 metriä nykyisen maanpinnan alapuolella. Lisäksi alueella on avokalliopaljastumia. Muualla lentokenttä alueella maapohja koostuu kalliopintaa tai pohjamaakerroksia peittävästä, vaihtelevan paksuisista täyttömaakerroksista. Näillä alueilla luonnonmaakerrokset ovat kairauksien perusteella moreenia. Täyttömaakerrokset ovat koostumukseltaan vaihtelevasti kitkamaata tai louhetäyttöjä (WSP Finland Oy 2016a, 7).

2.2.1 Rullaustiet ja asematasot

Lentoasemalla on asematasoja yhteensä 9 kappaletta sekä rullausteitä, jotka yhdistävät asematasot ja kiitotiet toisiinsa. Asematasot ovat lentokoneiden paikoitusalueita. Helsinki-Vantaan lentoasemalla on olemassa yhteensä 140 eri pysäköintipaikkaa. Näin useaa lentokonetta ei kuitenkaan pystytä samanaikaisesti paikoittamaan, koska osa paikoista on toistensa vaihtoehtopaikkoja. Paikat valitaan lentokonetyypin ja käyttötarkoituksen mukaan. Tällä hetkellä rullausteitä lentoasemalla on yhteensä 13 kappaletta. Ne on

nimetty natoaakkosin ja lausutaan käyttäen englanninkielisiä puheaakkosia (LIITE 1). Rullausteiden leveys vaihtelee välillä 23–58 metriä (Finavia Oyj 2016b).

2.3 Kenttäalueella liikkuminen ja työskentely

Helsinki-Vantaan lentoasemalla liikkuminen on rajoitettua. Liikkuminen turvavalvotulla alueella edellyttää aina asianmukaista lupaa. Lupia on erilaisia, ja niitä myönnetään työtehtävien edellyttämien tarpeiden mukaan. Tarvittaviin lupiin palataan kappaleessa 8.4.

Liikennesääntöjä valvotaan turvavalvotulla alueella tiukasti ja rikkomuksiin puututaan herkästi. Lentoasema-alueella liikennöidessä tulee ilma-aluksia aina väistää. Rullaavien ilma-aluksien edestä ajaminen on kielletty ja takana ajettaessa on noudatettava riittäviä turvaetäisyyksiä. Tarvittavat turvaetäisyyden riippuvat ilma-aluksen koosta. Asematasolla nopeusrajoitus on 30 km/h, vastaavasti huoltoteillä nopeusrajoitus on 60 km/h. Rullausteilla ja kiitoteillä ei ole varsinaisia nopeusrajoituksia, näillä teillä oleskeluaika tulee olla mahdollisimman lyhyt. Lentoasema-alueella käytettävät liikennemerkit ovat pääsääntöisesti tieliikenneasetuksen mukaisia. Liikennemerkkien lisäksi alueella käytetään kylttejä ja maalausmerkintöjä. Kylttien ja maalausmerkintöjen on tarkoitus antaa tietoa sijaintipaikasta, estää ilma-aluksia ja ajoneuvoja harhautumasta ja estää luvanvaraisille alueille kulkeutuminen (Finavia Oyj 2015c, 3)

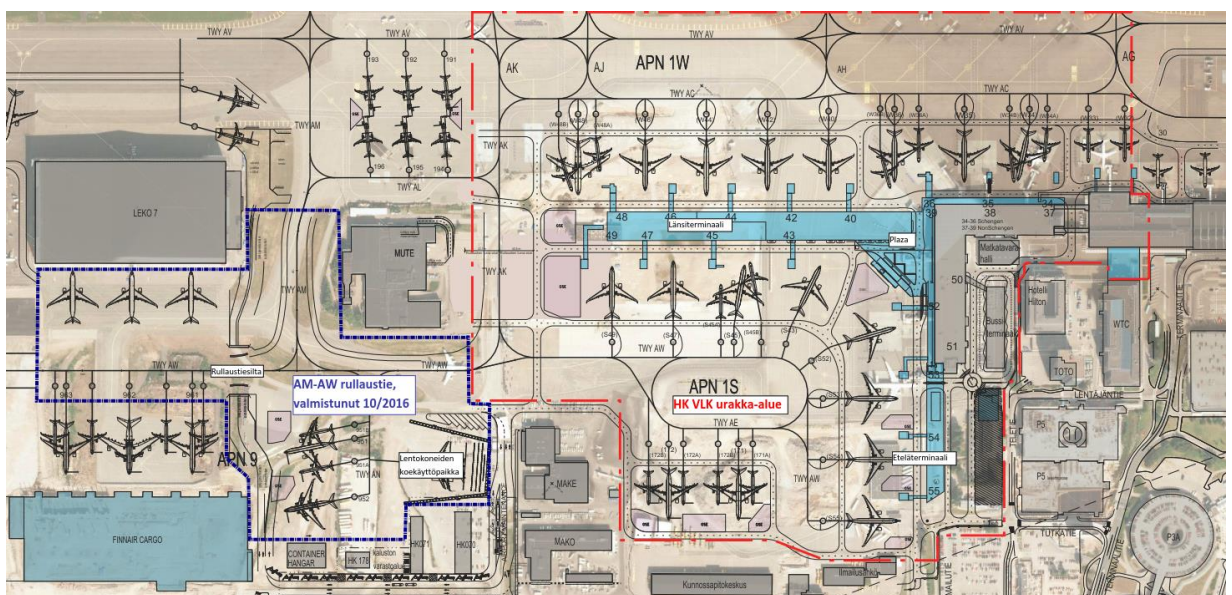
Ajoneuvosta poistuttaessa tulee pukeutua näkyvään suojarustukseen. Suojarustuksen tulee täyttää vähintään standardin EN-471 suojuokan II mukaiset vaatimukset. Tämä sääntö koskee sekä asematasolla, että liikennealueella työskenteleviä henkilöitä. Ajoneuvon sisällä ei saa tupakoida lentokenttäalueella. Lentokenttäalueella turvavyön käyttö ei ole pakollista. Turvavyön käyttö on pakollista vain työtehtävissä, joissa se on arvioitu tarpeelliseksi (Finavia Oyj 2015c, 3-10).

2.4 Asematason rakennushanke

Käynnissä oleva rakennushanke on merkittävä osa Helsinki-Vantaan lentoaseman vaihtoliikennekapasiteetin kehittämisprojektia. Allianssiurakka käsittää Non-Schengen –terminaalien laajennus- ja muutostöihin liittyvän asematason infrarakentamisen. Kyseisessä urakassa rakennetaan muun muassa uusia lentokonepaikkoja, rullausteita, rullaus-

tiesilta sekä niihin liittyviä sähkö- ym. teknisiä järjestelmiä sekä toimintojen edellyttämiä huolto- ja johtoreittejä (Finavia Oyj 2016c, 2).

Urakka jakaantuu rakentamisen vaiheistuksen mukaan eri urakkaosiin, joiden toteutusaikataulu on erikseen Finavia Oyj:n määrittelemä. Jokaisesta osasta tulee erillinen kehitys- ja toteutusvaihe. Kuvassa 1 on rajattu punaisella viivalla urakkaosat 1,2 ja 3, jotka ovat käynnissä tällä hetkellä, ja tulevat valmistumaan vuosien 2017–2018 aikana. Kuvassa 1 on rajattu sinisellä AM-AH alue, joka on kyseisen allianssin optiourakka. Optiourakka on valmistunut lokakuussa 2016.



KUVA 1. Laajennusurakka kokonaisuudessaan. (Destia Oy 2016)

Asematason allianssihanke on urakkamuodoltaan projektiallianssi, jossa valitut sopimuskumppanit toteuttavat hankkeen suunnittelun (Sito Oy) ja rakentamisen (Destia Oy) yhteistoiminnassa tilaajaan (Finavia Oyj) kanssa.

Rakennustyöt lentokenttäalueella ovat luonteeltaan erittäin vaativia, etenkin maarakennus- ja päällystystöiden osalta. Rakennustöissä tulee ottaa huomioon VNa 205/2009 10§ työtä varten annetut määräykset (Finavia Oyj 2016c, 2)

3 POISTETTAVAT, PURETTAVAT JA SIIRRETTÄVÄT OSAT

3.1 Yleiset ohjeet

Poistettavien rakenteiden osalta noudatetaan InfraRYL 2010:n ohjeita ja työmenetelmiä sekä suunnitelma-asiakirjoja. Purkutyöstä tulee ilmoittaa viranomaisille, ja tiettyihin toimenpiteisiin tarvitaan viranomaisten lupa. Alueella raivattavan materiaalin suhteen toimitaan taulukon 1 osoittamalla tavalla:

TAULUKKO 1. Poistettavien maiden käsittely (InfraRYL 2010, 159–167).

Materiaali	Sijoituspaikka
Pintamaa	Läjitys tai hyötykäyttö
Kelpaamaton maa- ja kiviaines	erikseen osoitettu paikka
Pilaantunut maa (PIMA)	suunnitelma-asiakirjojen ja viranomaisten ohjeiden mukaan sijoitettava

Purkujätteet tulee sijoittaa jätelain nojalla viranomaisten hyväksymälle käsittelypaikalle. Tiehankkeessa tierakenteiden routimattoman ja routivan pengeralustan pintamaan poistetaan liitteen 2 mukaisesti. Poistettujen rakenteiden kelpoisuus osoitetaan tarkistamalla purkusyvyys. Rakenteet ja laitteet suojataan tai siirretään suunnitelma-asiakirjojen ja laitteiden haltijan ohjeiden mukaisesti (InfraRYL 2010, s. 159–167).

3.2 Rakenteet lentoasemalla

3.2.1 Olemassa olevat rakenteet ja rakennusosat

Rakennushankkeen alueella on seuraavien laiteomistajien kaapeleita ja johtoja, putkia ja laitteita:

- Finavia Oyj
- Finnair Oyj
- Vantaan Energia
- Helsingin seudun ympäristöpalvelut, HSY

– sekä muita toimijoita, joiden johto- ja kaapelimäärät ovat vähäisiä Rakennushankkeen alueella olevien kaapeleiden likimääräinen sijainti on esitetty suunnitelmakartoilla sekä laite- ja johtokartalla. (Leino 2016).

Työn aikana tulee huolehtia, että kaikki alueella olevat johdot, laitteet, varusteet yms. ovat toimintakunnossa koko työn keston ajan lukuun ottamatta siirto – tai poistotöistä aiheutuvia katkoksia. Urakoitsija ilmoittaa työnaikaisista katkoksista Finavia Oyj:n edustajille, jotka informoivat asiasta kuluttajille.

Ennen kaivutöiden aloittamista urakoitsijan on hankittava lentoasemalta maanalaisten kaapeleiden ja johtojen sijaintiedot. Urakoitsijan edustajan ja mielellään myös kaivutöiden suorittajan on oltava paikan päällä kaapelien näytötilaisuudessa. Kaapelimerkintöjen tulee olla yksiselitteiset. Maakaapeleiden merkintätapoihin perehdytään Finavia Oyj:n ohjeessa ”Maavirtakaapeleiden merkintä asematasolla” (Finavia Oyj 2014)

Johtojen ja kaapelien osalta tapahtuvat siirrot, purkamiset ja suojaamiset suorittaa urakoitsija, ellei asiasta erikseen toisin sovita. Kaukolämpöputkien yhteenhitsaukset ja käyttöönotot suorittaa Vantaan Energia.

3.2.2 Poistettavat rakenteet

Putki- ja johtorakenteiden poistaminen

Rakennusalueelta poistetaan sähkösuunnitelmissa osoitetut ja/tai rakennuttajan erikseen osoittamat reunavalaisimet, kyltit ja laitekopit perustuksineen. Mahdolliset käyttökelpoiset purkuosat, kuten laitekopit yms. varastoidaan tilaajan osoittamaan paikkaan uudelleenkäyttöä varten. Rakennusalueelta poistetaan sähkösuunnitelmissa osoitetut ja rakennuttajan erikseen osoittamat betoniset kaapelikaivot sekä kaapeliputkistot. Betoniset purkujätteet kuljetetaan viranomaisten hyväksymälle kaatopaikalle esimerkiksi Circulation Oy:seen (WSP Finland Oy 2016a, 8).

Purettavat kaapeliputket ja kaivot sekä kaapelien muovi- ja metalliromu lajitellaan erillään kaivumaasta ja toisistaan, ja kuljetetaan viranomaisten hyväksymälle sähköromun vastaanotto paikalle esimerkiksi Kuusakoski Oy:seen.

Poistettavien rakenteiden purku voidaan tehdä vasta sitten, kun rakennuttaja on todennut ne käytöstä pois oleviksi ja/tai, kun mahdolliset korvaavat putkiyhteydet ja muut rakenteet on rakennettu ja otettu käyttöön (WSP Finland Oy 2016a, 8–9).

Asfalttipäällysteiden poistaminen

Asfalttipäällysteet voidaan lentoasema-alueella poistaa joko kaivamalla tai jyrsimällä tilanteesta riippuen. Pääosin vanhat poistettavat asfalttikerrokset poistetaan kaivamalla.

Päällysteen poisto kaivamalla:

1. Päällyste leikataan pystysuorasti poikki alueen ulkoreunalinjoilta.
2. Päällyste kaivetaan sekoittamatta maa-aineksia asfalttiin
3. Kaivetut asfalttilaatat kuljetetaan tilaajan osoittamaan läjityspaikkaan tai viranomaisten hyväksymään vastaanottoaikkaan esimerkiksi Lemminkäisen vastaanottoaikalalle.

Päällysteen poisto jyrsimällä:

1. Päällyste leikataan pystysuorasti poikki alueen ulkoreunalinjoilta.
2. Jyrsimä toteutetaan porrastetusti, jolloin asfaltin pinnasta poistetaan jyrsimällä halutun paksuinen kerros
3. Reunaosalla suunniteltu tasaus ja nykyinen pinta liitetään toisiinsa puskaumalla
4. Jyrsimä asfalttimurske kuljetetaan tilaajan osoittamaan läjityspaikkaan tai viranomaisten hyväksymään vastaanottoaikkaan.

(WSP Finland Oy 2016a; Lemminkäinen Oy 2017).

3.2.3 Siirrettävät johto- ja kaapelirakenteet

Mikäli rakennusalueella on siirrettäviä toimintaan jääviä kaapeleita, kaivetaan kaapeliputkistot ja kaapelikaivot esiin varovasti niin ettei niitä vaurioiteta. Kaapelit suojataan ja tarvittaessa siirretään sähkösuunnitelmien mukaisesti.

Olemassa olevien kaapeliosuuksien alle mahdollisesti tarvittavat päällysrakennekerrokset rakennetaan tyyppiirustusten mukaisesti siirtäen kaapeleita sivummalle. Kaapelien tavoitteellinen peitesyvyys lentoliikennealueella on > 1,0 metriä (Finavia Oyj 2014).

4 POHJARAKENTEET

Pohjarakenne on maahan kosketuksissa oleva rakenne, jonka rakennusmateriaalin tulee täyttää EU-standardien rakennusmateriaalien vaatimukset. Pohjanvahvistaminen on maanvahvistamista. Pohjarakenteisiin kuuluu myös pohjavedensuojausmenetelmät, ojat ja rumpurakenteet. Pohjavesisuojausten tarkoituksena on estää suolapitoisen vesien pääsy suurina pitoisuuksina pohjavesiin sekä vahingollisten aineiden pääsy pohjaveteen (Tiehallinto 2001, 9).

4.1 Yleiset ohjeet

Pohjanvahvistusmenetelmiä tehdessä noudatetaan suunnitelma-asiakirjojen ohjeita. Esimerkiksi tierakenteessa voidaan käyttää seuraavia pohjanvahvistusmenetelmiä:

- syvätiivistys
- stabilointi
- esikonsolidointi ylikuormituksen tai pystyjojien avulla
- injektointi
- muut lujitteet.

Käytettävä pohjanvahvistusmenetelmä riippuu kohteen maa-aineksesta, asetetuista vaatimuksista tien palvelutasolle ja kohteen sijainnista sekä budjetista (Liikennevirasto 2012, 9).

Tierakenteessa pohjavedensuojaukseen on käytettävissä seuraavat materiaalit:

- bentoniittimatto
- bentoniittimaa
- maatiiviste
- muovikalvot ja bitumikermi

Käytettävä pohjavedensuojausmenetelmä on kerrottu suunnitelma-asiakirjoissa (Liikennevirasto 2012, 29).

Lisäksi tulee huomioida kuivatusrakenteet. Kohteessa käytettävät kuivatusrakenteet on kerrottu suunnitelma-asiakirjoissa sekä ohjeet rakenteiden rakentamiseen. Kuivatusrakenteita ovat muun muassa salaojat, avo-ajat ja rummut (InfraRYL 2010, 247).

Arinarakenteen tulee olla suunnitelma-asiakirjojen mukainen. Arina tehdään sorasta tai murskeesta, jonka rakeisuus on 0/32. Kiviainesarinan paksuus riippuu kohteesta. Esimerkiksi tierakenteissa routivalle alustalle tulee rakentaa vähintään 0,3 metrin paksuinen arina. Jos arinan yläpinta jää siirtymäkiilasyvyyden yläpuolelle ja pohjamaa on erittäin routivaa tai pehmeää, arinan paksuus tulee olla vähintään 0,5 metriä. Jos arinaa ympäröi suodatinkangas, tulee kankaan täyttää vähintään käyttöluokan N2 vaatimukset (InfraRYL 2010, 186).

Valmis arinarakenne osoitetaan kelpoiseksi tasaisuuden ja tiiviiden suhteen. Tasatun asennusalustan epätasaisuus saa olla enintään ± 15 mm 3 metrin matkalla. Asennusalustan tiiviysuhdetta mitataan kannettavalla pudotuspainolaitteella eli Loadman:lla. Tiiviysuhde todetaan mittauksin siten, että jokaisesta kaivovälistä otetaan vähintään 1 kappale mittauksia. Tiiviysuhde tulee olla keskimäärin alle 2,8. Pienin sallittu yksittäinen mittaustulos tiiviysuhteen mittauksissa on 3,0 (InfraRYL 2010, 370–371)

4.2 Pohjarakenteet lentoasemalla

4.2.1 Arinarakenteet

Arinarakenne rakennetaan suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti. Käytettävä arinamateriaali tulee olla CE-merkitty. Kiviainesarina tehdään lentoasemalla kalliomurskeesta, jonka rakeisuus on 0/56. Lisäksi arina ympäröidään suodatinkankaalla, joka täyttää käyttöluokan N3 vaatimukset. Lentoasemalla arinan paksuus on sama kuin yleisissä ohjeissa eli alustasta riippuen 0,3-0,5 metrin välillä. Valmis arinarakenne osoitetaan kelpoiseksi kohdan 4.1 mukaisesti (Sito Oy 2016, 9).

4.2.2 HDPE-kalvo ja bentoniittimatto

Asfalttipäällysteisille alueille koneiden seisontapaikkojen ympärille rakennetaan HDPE-kalvon ja bentoniittimaton muodostama kalvorakenteinen kaukalomainen keräysjärjestelmä pohjavedensuojausta varten. Tämän keräysjärjestelmän avulla pinnalle kertynyt vesi sekä muut haitalliset aineet kootaan salaojiin ja johdetaan edelleen viemäriverkostoon. Bentoniittimaton tulee olla tyypiltään Bentofix X10F NSP4900 (Sito Oy 2016, 10).



KUVA 2. Työvaihekuva bentoniittimaton ja HDPE-kalvon asennuksesta (Currie, 2016).

HDPE-kalvon ja bentoniittimaton muodostaman kalvorakenteen asennusalustasta tulee poistaa kaikki terävät ja suuret kivet. Asennusalustan tulee olla tiivis ja tasainen. Jos asennusalustana on louhepenger, tulee louhepenkereen pinnat kiilata käyttäen ensin KaM 0/56 ja viimeistellä pinta käyttäen KaM 0/16. Kalvotetun alueen sisäpuolelle jäävien ja kalvon puhkaisevien rakenteiden ympärillä kalvon alusta pengerretään 1:4 luis-kassa rakenteen seinää vasten, jotta kalvon pintaa pitkin valuva vesi johtuu oikeaan paikkaan (Sito Oy 2016, 10).

Yhdistelmä rakenne asennetaan HDPE-kalvon puoli ylöspäin. Saumakohtat tulee tehdä limittämällä siten, että saumassa käytetään bentoniittijauhetta. Kaadon suunta on huomioitava limityksessä niin, että ylempi kalvo asennetaan aina alemman päälle (KUVA 2). HDPE-kalvon ja bentoniittimaton muodostaman kalvorakenteen päälle rakennetaan ≥ 300 mm paksuinen mineraalinen suojakerros hiekasta.

Mikäli hiekkaa ei ole käytettävissä, asennetaan kalvorakenteen päälle salaojamatto ja tämän päälle rakennetaan ≥ 300 mm paksuinen suojakerros KaM 0/56. Kalvorakenteeseen tehtävissä salaojapainanteissa käytetään salaojakerroksissa KaM 6/16. Kyseinen materiaali tulee erottaa kalvorakenteesta salaojamatolla ja suojakerroksen materiaalista suodatinkankaalla N3. Kuvassa 3 on havainnollistettu salaojapainanteiden rakentamista (Sito Oy 2016, 10).



KUVA 3. Salaojapainanteiden rakentaminen (Currie, 2016).

Bentoniittimaton ja HDPE-kalvon asennustyöt on tehtävä erityistä varovaisuutta noudattaen. Lisäksi kerroksen päällä liikkumista työkoneilla tulee välttää. Suojakerroksen rakentamisen jälkeen pengeri on rakennettava lopulliseen korkeuteensa mahdollisimman pian. Kalvon käsittelyn, varastoinnin, sääolosuhteiden ja työtekniikan osalta on noudatettava näiden ohjeiden lisäksi valmistajan ohjeita (Sito Oy 2016, 11)

4.2.3 Kuivatusrakenteet

Konepaikkojen ympärille rakennetun eristerakenteen päältä johdetaan vedet salaojilla jätevesiviemäriverkostoon. Salaojina tulee käyttää luokan SN8 tuplaseinäputkia 110/95. Kuvassa 3 on esitetty salaojituksen rakentamista (Sito Oy 2016, 11).

5 MAALEIKKAUS JA MAAKAIVANNOT

5.1 Yleiset ohjeet

Lentoasemalla pätevät maaleikkauksen osalta samat ohjeet kuin tierakentamisessa. Maaleikkauksessa noudatetaan InfraRYL 2010 ohjeita.

Leikattava maa pyritään käyttämään rakennustaloudellisesti – ja teknisesti parhaalla tavalla. Massojen käsittelyyn on monta erilaista vaihtoehtoa:

- kuljetus läjitykseen
- kuljetus kaatopaikalle (viranomaisten hyväksymä)
- massojen sijoitus rakenteisiin
- sijoitus välivarastoon tai
- murskaamoon.

Maanleikkaus on tehty oikein, kun lopputuloksena syntyy oikean muotoinen, tasainen rakennusala rakennekerroksille sekä putki- ja kaapelikaivoille (Sivenius 2014).

Maaleikkauksen taitepisteiden tason, sijainnin ja pintojen tasaisuuden tarkkuusvaatimukset ovat Infra RYL 2010:n mukaiset (LIITE 3). Maaleikkaus tehdään päällysrakennus- ja leikkauspiirustuksissa esitettyjen kaivurajojen mukaisille alueille (InfraRYL 2010, 291).

5.1.1 Massat läjitykseen tai kaatopaikalle

Ylijäävät puhtaat maaleikkausmassat kuljetetaan tilaajan/rakennuttajan osoittamalle läjitysalueelle.

Maaleikkauksen yhteydessä saattaa leikkausmassoissa ilmentyä pilaantunutta maata eli PIMA:aa. Pilaantunut maa tulee erotella maa-aineksesta kaivun yhteydessä huolellisesti. Erottelun lisäksi on kutsuttava paikalle PIMA-tutkija, joka ottaa pilaantuneesta maa-aineksista näytteitä. Maaleikkausta saa jatkaa vasta, kun pilaantuneen maa-aineksen tulokset ovat tulleet ja siihen on annettu lupa. Pilaantuneet maa-ainekset tulee toimittaa tilaajan/rakennuttajan osoittamaan paikkaan.

5.1.2 Massat kerrosrakenteisiin

Rakennusalueelta leikattava louhe ja kalliomurske, joihin ei ole sekoittunut routivaa maata, voidaan käyttää rakennuskohteen täyttöihin raekokovaatimusten mukaan.

Putkikaivannoista leikattava louhe palautetaan kaivantojen lopputäyttöiksi, jos täyttöpaksaus mahdollistaa louheen käytön (KUVA 4). Mahdollinen ylijäävä louhe käytetään rakennuskohteen muihin louherakenteisiin tai kuljetetaan tilaajan/rakennuttajan ohjeiden mukaisesti joko välivarastolle tai murskattavaksi (WSP Finland Oy 2016a, 12).



KUVA 4. Rakenteiden tekoa LEKO 7:n edustalla.

5.2 MAAKAIVANNOT

5.3 Yleiset ohjeet

Tiehankkeessa kaivantosuunnitelma tulee tehdä, jos on olemassa sortumisvaara sekä kaikista yli 2 metriä syivistä kaivannoista (VNp 629/1994). Kaivut tehdään suunnitelma-asiakirjoissa esitetystä laajuudesta siten, että varmuus sortumista vastaan säilyy kaikis-

sa olosuhteissa. Taulukossa 2 on esitetty ohjeelliset luiskakaltevuudet maakaivannoille (InfraRYL 2010, 300).

TAULUKKO 2. Ohjeelliset luiskakaltevuudet tierakenteessa (InfraRYL 2010).

Maapohja	Kaivannon syvyys H, m ¹⁾		
	< 1,2	1,2...2,0	> 2,0
	Luiskan kaltevuus		
Löyhä ja keskitiivis siltti	pystysuora	20...45° maa-aineksen laadun ja ominaisuuksien mukaan	
Löyhä ja keskitiivis hiekka			
Löyhä sora			
Löyhä moreeni			
Tiivis siltti ²⁾	pystysuora	< 2:1...3:1	< 1:1...2:1
Tiivis hiekka			
Keskitiivis sora			
Keskitiivis moreeni ²⁾			
Tiivis sora	pystysuora	< 4:1...5:1	< 3:1...4:1
Tiivis moreeni			

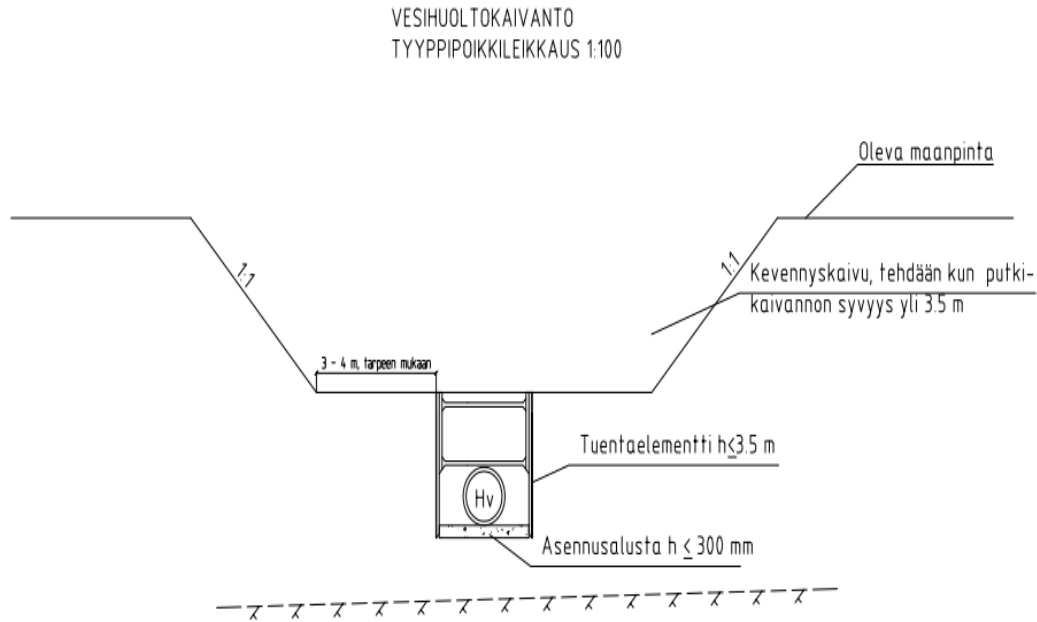
Putki- ja johtokaivantojen pohjan leveys määräytyy putkien ulkohalkaisijan, putkien välisen keskinäisen etäisyyden sekä putkien ulkoreunan ja kaivannon seinämän välisen etäisyyden perusteella. Jos kaivannossa joudutaan työskentelemään, kaivannon pohjan tulee olla vähintään 1,0 metriä leveä. Putkien ja viemäreiden vähimmäismitat tukemattomissa maakaivannoissa on esitetty liitteessä numero 5 (InfraRYL 2010, 303).

5.4 Maakaivannot ja penkereet lentoasemalla

5.4.1 Putki- ja johtokaivannot

Putki- ja johtokaivantojen leikkausluiskat tehdään suunnitelmapiirustusten mukaisesti, kaltevuuden tulee olla 5:1. Jos kaivu ulottuu louhepenkereen alapuoliseen maahan, tulee leikkausluiskan olla kaivannossa olla loivempi kuin 1:1. Jos kaivannossa joudutaan työskentelemään, noudatetaan samoja työskentelytilavaatimuksia kuin tiehankkeessa (vähintään 1,0 metri). Putkien ja viemäreiden vähimmäismitat tukemattomissa maakaivannoissa on esitetty liitteessä numero 5.

Yli 2 metriä syvät kaivannot tehdään kaivantoelementein tuettuina kaivantoina. Kun kaivosyvyys ylittää 3,5 metriä olemassa olevasta maanpinnasta, tehdään kevennyskaivu kuvan 5 mukaisesti. Kaivannon molemmiin puolin varataan työskentelytilaa 3-4 metriä käytettävissä olevan kaluston mukaan (WSP Finland Oy 2016b).



KUVA 5. Vesihuoltokaivanto, kun kaivosyvyys on yli 2 metriä (WSP Finland Oy 2016b).

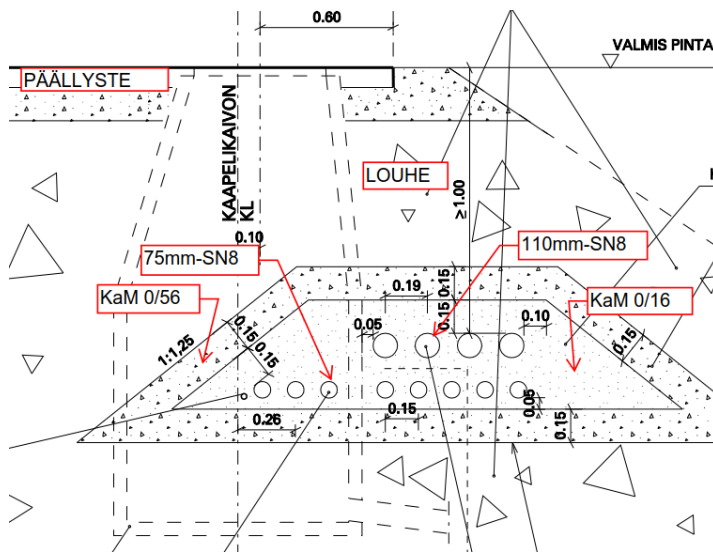
Putki- ja johtokaivannoista leikattavat maamassat käytetään, kuten kohdassa 5.1 on mainittu. Eli ylijäävät puhtaat maaleikkausmassat kuljetetaan tilaajan/rakennuttajan osoittamalle läjitysalueelle. Ja mahdollinen pilaantunut maa kuljetetaan tilaajan/rakennuttajan osoittamalle läjitysalueelle tai pilaantuneiden maiden käsittelypaikkaan.

Putki- ja johtokaivantojen kuivatus

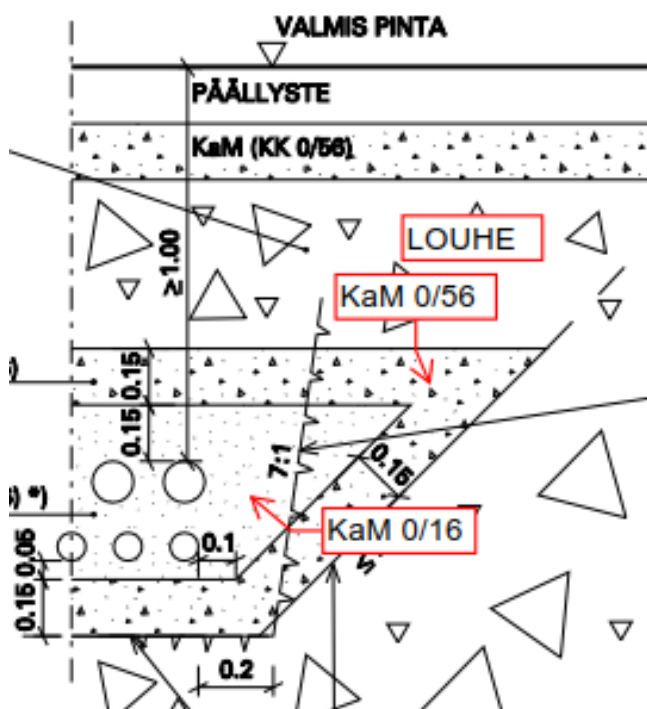
Putki- ja johtokaivantojen kuivavapito tapahtuu kaivantoon tehtävistä, kaivonrenkailla tuetuista ja murskesuodattimilla varustetuista pumppaussyvennyksistä. Murske erotetaan pohjamaasta suodatinkankaalla N3. Pumppausta jatketaan niin kauan, kunnes kaivantoon tehtävät rakenteet on asennettu ja ympäristäytöt on tehty. Vesipinta tulee pitää ympäristäyttöä tehdessä $\geq 0,5$ metriä kunkin täyttötason alapuolella, jotta kerroksittain tehtävä täyttö voidaan tiivistää kunnolla (WSP Finland Oy 2016a, 13).

5.4.2 Kaapelikaivannot

Yleisin käytetty kaapelin asennustapa on kaivaa kaapelikaivanto ja laskea kaapeli kaivantoon. Kaivutyö suoritetaan yleensä koneellisesti kaivupaikkaan parhaiten soveltuvalle kaivinkoneella. Kaivannon syvyys ja leveys riippuu kaivantoon asennettavien kaapeleiden määrästä (InfraRYL 2010, 306). Kaapelikaivannot louhepenkereeseen tehdään kuvien 6 ja 7 mukaisesti.



KUVA 6. Murskekanaali louherakenteessa (Ilmailulaitos 2010).



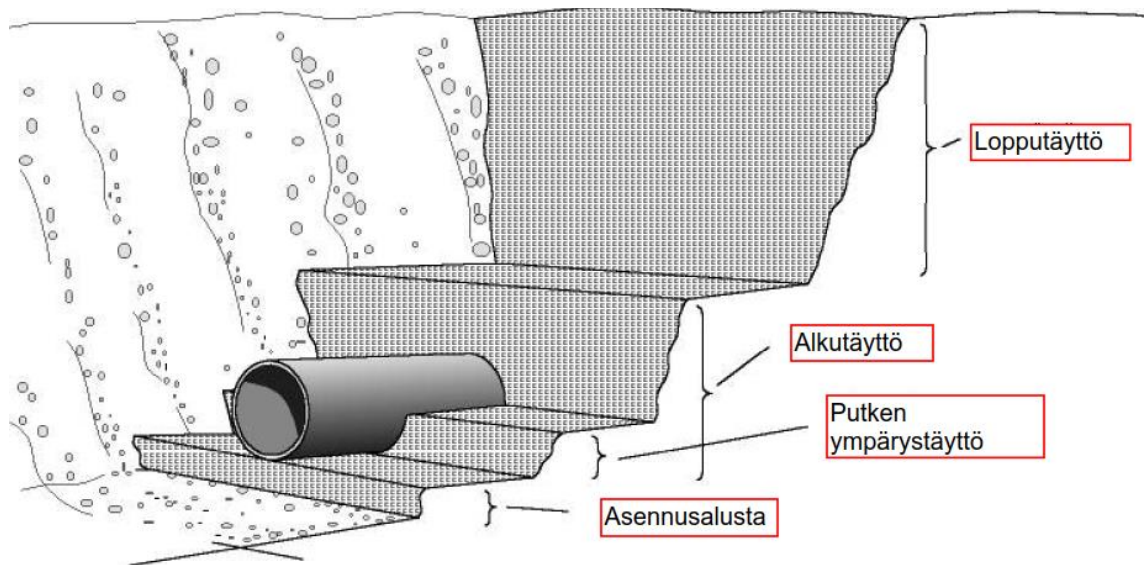
KUVA 7. Murskekanaali jälkeinpäin kaivaen (Ilmailulaitos 2010).

6 TÄYTÖT JA RAKENNEKERROKSET

6.1 Kaivantojen täytöt

6.1.1 Kaivannon täyttöjen yleisohjeet

Jos kaivannossa on useita putkia, tulee kerroksien materiaalit valita siten, että materiaalit täyttää kaikkien eri putkien vaatimukset. Kuvassa 8 on havainnollistettu kaivantojen täyttörakenteiden osien nimiä.



KUVA 8. Täyttörakenne kaivannossa (Uponor 2009).

Asennusalustat

Betoniputkien alle tehdään vähintään 150 millimetrin paksuinen aluskerros, joka vastaa kuvassa 8 esitettyä asennusalustaa, sorasta, hiekasta tai murskeesta. Materiaalin suurin sallittu raekoko tierakenteessa on 63 millimetriä. Muovi- ja teräsputkien alle asennetaan 150 millimetrin paksuinen aluskerros, jonka materiaalina käytetään luonnonkiviainesta. Luonnonkiviaineksen suurin sallittu raekoko riippuu putken nimellimitasta ja on enintään 10 % nimellimitasta. Jos asennusalusta tehdään louheen päälle, tulee louhekerros tiivistää ja kiilata sekä suojata käyttöluokan N3 suodatinkankaalla. Asennusalustan tiiviyssuhde tulee olla keskimäärin alle 2,8, yksittäinen mittatulos tulee olla alle 3,0 (InfraRYL 2010, 370–371).

Jos asennusalustan päälle asennetaan useita putkia, tulee kerroksen materiaali valita siten, että se täyttää kaikkien eri putkien vaatimukset. Asennusalustan materiaali ei saa sisältää lunta, jäätä eikä jäätyneitä kokkareita. Erityisesti tulee huolehtia siitä, ettei kaivannossa ole kiviä, jotka voivat vahingoittaa putkia (InfraRYL 2010, 370–371).

Valmis asennusalusta osoitetaan kelpoiseksi tasaisuuden ja tiiviyn suhteen. Tasatun asennusalustan epätasaisuus saa olla enintään ± 15 mm 3 metrin matkalla. Asennusalustan tiiviyssuhdetta mitataan kannettavalla pudotuspainolaitteella eli Loadman:lla. Tiiviyssuhde todetaan mittauksin siten, että jokaisesta kaivovälistä otetaan vähintään 1 kappale mittauksia. Tiiviyssuhde tulee olla keskimäärin alle 2,8. Pienin sallittu yksittäinen mittaustulos tiiviyssuhteen mittauksissa on 3,0 (InfraRYL 2010, 370–371).

Alkutäytöt

Alkutäytön materiaali riippuu putkimateriaalista. Betoniputken alkutäyttö liikennöitävällä alueella tehdään routimattomalla materiaalilla, jonka raekoko vaihtelee 63...100 millimetrin välillä putkikoosta riippuen. Muoviputken alkutäyttö materiaalina käytetään hiekkaa tai soraa, jonka enimmäisraekoko 20...60 millimetriä. Murskattuja kiviaineksia voidaan käyttää, jos putken ulkohalkaisija on vähintään 110 millimetriä, tällöin murskeen suurin sallittu raekoko on 16 millimetriä (InfraRYL 2010, 372–376).

Ennen täytön tekoa tarkastetaan, että putket ovat vahingoittumattomat, oikeilla paikoilla ja oikein asennetut. Alkutäyttömateriaali lasketaan kaivantoon varovasti, tasaisesti putkien molemmille puolille. Täyttömateriaalia ei saa tyhjentää auton lavalta suoraan putken ympärille. Täytön ensimmäinen vaihe, toppaus, tehdään lapiotyönä. Alkutäyttö materiaalia sullotaan kerroksittain putkien alle ja sivuille siten, että putki ei nouse tai siirry eikä muuta muotoaan ja putken alempi puolisko tukeutuu tasaisesti alustaansa. Alkutäyttö tehdään ja tiivistetään kerroksittain. Kerralla tiivistettävä kerrospaksuus riippuu asennetun putken koosta, putkimateriaalista ja käytettävästä tiivistyskoneesta. Taulukossa 3 on esitetty ensimmäisen tiivistyskerroksen paksuuden vaatimukset. Ensimmäisen tiivistyskerroksen jälkeen alkutäyttö tiivistetään 200...300 mm:n vaakasuorina kerroksina putken molemmilla puolilla. Alkutäyttö tulee jatkaa, kunnes täyttö ulottuu 300 mm putken laen yläpuolelle (InfraRYL 2010, 374).

putken sisähalkaisija (mm)	kerroksen paksuus (mm)
≤ 600	enintään puolet putken läpimitasta
yli 600	enintään 300

TAULUKKO 3. Ensimmäisen tiivistyskerroksen paksuus (InfraRYL 2010).

Valmis alkutäyttö osoitetaan kelpoiseksi tiiviiden suhteen. Asennusalustan tiiviyssuhdetta mitataan kannettavalla pudotuspainolaitteella eli Loadman-laitteella. Tiiviyssuhde todetaan mittauksin siten, että 20m:n välein otetaan 1 kappale mittauksia. Tiiviyssuhde tulee olla keskimäärin alle 2,5. Pienin sallittu yksittäinen mittaustulos tiiviyssuhteen mittauksissa on 2,8 (InfraRYL 2010, 376).

Lopputäytöt

Lopputäyttö tehdään täyttömateriaalilla, joka on tiivistämiskelpoista ja vastaa routimisominaisuuksiltaan kaivannosta poistettua materiaalia. Suurin sallittu kivien tai lohokareiden läpimitta on 2/3 kerralla tiivistettävän kerroksen paksuudesta, kuitenkin enintään 400 millimetriä. Kalliokaivannot ja louhepenkereessä olevat kaivannot täytetään soralla tai murskatulla materiaalilla 0/200. Lopputäytön tiiviyssuhde tulee olla keskimäärin alle 2,8 ja yksittäinen mittatulos tulee olla alle 3,0 (InfraRYL 2010, 378–379).

6.1.2 Kaivantojen täytöt lentoasemalla

Asennusalustan, alku- ja lopputäyttöjen teossa noudatetaan lentoasemalla alla olevia ohjeita. Muutoin kaikki kaivantojen täytöt tehdään, kuten yleisissä ohjeissa on mainittu.

Asennusalustat

Betonikaivojen asennusalustan materiaali on KaM 0/56, 200 mm paksuisena. Poikkeuksena pumppaamon betonisen ankkurilaatan asennusalusta, joka tehdään 200 mm paksuisena KaM 0/32:sta. Muovisten viemärien ja kaapelisuojuputkien asennusalusta tehdään kahdessa osassa. Alaosassa ≥ 150 mm paksuudelta käytetään KaM 0/32 ja putkia vasten

olevassa yläosassa (paksuus ≥ 50 mm), käytetään KaM 0/16 (WSP Finland Oy 2016a, 19).

Kaivannon pohjan liikakaivu tasataan kaivumailla tai alkutäyttömateriaalilla enintään 150 mm:n kerroksissa hyvin tiivistäen. Putkien alle rakennetaan asennusalusta, jonka paksuus on vähintään 200 mm, poikkeuksena on hulevesipumppaamon asennusalusta, jonka paksuus tulee olla vähintään 300 mm. Muhveja ja laippoja ei oteta huomioon asennusalustan paksuutta määrättäessä (WSP Finland Oy 2016a, 19).

Alkutäytöt

Putkikaivannon alkutäyttö tehdään materiaalilla, joka sopii kyseisen kaivannon putkille. Täyttömateriaali ei saa vahingoittaa putkien pinnoitetta eikä sisältää aineita, jotka voivat vahingoittaa putkia tai liitosmateriaalia. Muovisten sadevesiviemärien ja kaapelisuoja-putkien alkutäyttömateriaali ulottuu ≥ 150 mm putken laen yläpuolelle ja käytettävä materiaali on KaM 0/16 ja edellisen yläpuolelle tulee 150 mm paksuinen kerros KaM 0/56:sta. Mikäli lopputäyttö on louhetta, tulee alkutäytön kokonaispaksuuden olla ≥ 600 mm, jolloin kerrospaksuuden lisäys tehdään ylempään kerrokseen. Betonikaivojen- ja putkien alkutäyttö sekä ympärystäytöt tehdään KaM 0/56:lla, vähintään 500 mm etäisyyteen kaivon seinästä ja kantavan kerroksen alapintaan asti (WSP Finland Oy 2016a, 20).

Lopputäytöt

Asematasolla viemärikaivantojen lopputäyttö tehdään jakavan kerroksen murskeesta KaM 0/180 kantavan kerroksen alapintaan asti. Kaapelikaivantojen lopputäytöt lentoliikennealueella tehdään jakavan kerroksen murskeesta KaM 0/180 ulottuen kantavan kerroksen alapintaan asti. Jos kerrospaksuus on alle 350 mm, on lopputäyttömateriaali KaM 0/56. Lopputäyttöjen kantavuus todetaan levykuormituskokeella, jakavan kerroksen kantavuusvaatimuksia noudattaen. Jakavan kerroksen kantavuusvaatimukset on esitetty kappaleessa 6.4. Levykuormituskokeita ei tule tehdä suoraan putkien päältä, tällä varmistetaan, että kantavuus putkien päällä on vaaditun mukainen. Kuvassa 9 on havainnollistettu lopputäytön tekoa (WSP Finland Oy 2016a, 21).



KUVA 9. Lopputäyttöjen teko Helsinki-Vantaa lentoasemalla 2016.

6.2 Maapenkereet

Maapenkereellä tarkoitetaan routimattoman päällysrakenteen ulkopuolista kaivannon maatäytettä. Maapenger rakennetaan lentoasemalla InfraRYL 2010 ohjeen ja olevien lentokenttä rakentamishojjeiden mukaisesti. Maapenger tulee lentokenttä alueella rakentaa rakennuskohteen maaleikkausmassoista, jotka eivät sisällä pintamaata, lunta, jäätä eikä jäätyneitä maakokkareita tai materiaaleja (Sito Oy 2016, 18).

6.2.1 Yleiset ohjeet

InfraRYL 2010:n mukaisesti, jos maapenkereen pengeralusta on alle mitoitusroudansyvyys (S) +0,2 m syvyydessä tasausviivasta ja, jos pengeralusta kuuluu alusrakenneluokkaan pehmeä savi tai lieju (uG) tai silttimoreeni (ul), niin penkereen ja pengeralustan sekoittumisen estämiseksi tulee penkereen alle rakentaa suodatinkerros tai asentaa suodatinkangas. Yllä olevien alusrakenneluokkien edessä oleva pieni u-kirjain tarkoittaa, että pohjamaan tasalaatuisuutta ei ole tutkittu (InfraRYL 2010, 345).

Penger rakennetaan suunnitelmien mittojen mukaan, valmiin pinnan tasausta noudattaen. Rakentamisessa tulee huomioida taulukon 4 mukaiset tarkkuusvaatimukset. Talviaikaan rakennettaessa on huolehdittava, että mahdollisimman pieni alue rakenteilla olevasta maarakenteesta on kerrallaan alttiina pakkasen vaikutukselle.

TAULUKKO 4. Tierakenteiden mittojen sallitut poikkeamat suunniteltuihin arvoihin verrattuna (InfraRYL 2010).

Ominaisuus	Sallittu poikkeama					
	Leikkauspohja	Maa- ja louhepenger	Louhepatja yms.	Suodatin ja eristys	Jakava, louheen kiilaus ⁴⁾	Kantava
Luiskan sijainnin poikkeama vaakasuunnassa, mm ^{1),2),3)}	-	± 150	± 150	-	-	-
Rakenteen yläpinnan tasosijainnin						
- poikkeama vaakasuunnassa, mm	± 150	± 150	± 150	± 150	± 100	± 100
- em. poikkeaman muutos 20 m matkalla, mm		150	150	150	100	100
Rakenteen leveyden yksittäinen poikkeama	0...+150	± 100	± 100	± 100	± 60	± 60
Rakenteen yläpinnan korkeustason						
- yksittäinen poikkeama pystysuuntaan, mm	0...-100	0...-100	0...-100	± 40	± 30	± 20
- em. poikkeaman muutos 20 m matkalla, mm		100	100	50	30	20
- keskiarvon poikkeama, mm		0...-50	0...-50	± 20	± 15	± 10
Rakenteen yläpinnan kaltevuuden poikkeama, %-yksikköä		± 1,5	± 1,5	± 1,5	± 1,0	± 0,5
Rakenteen yläpinnan tasaisuus 3 m oikolaudalla, mm		40	40	30	20	15

1) Luiskapinnat tehdään suoriksi tasoiksi pyörityksiä lukuun ottamatta ja siten, että pinnoille ei jää kunnossapittoa haaittavia epätasaisuuksia ja kiviä.

2) Kivet ja louhe tasataan verhouksen vaatimaan tasoon.

3) Verhottavia pengerluisia rakennettaessa otetaan huomioon verhouksen vaatima työvara. Nurmetuksen kasvualustaa ei vaadita muualla kuin louhealustalla ja nurmetusluokassa I.

4) Kiilauksen vaatimuksina käytetään louhepenkereen arvoja, jos ko. pinta sijoittuu yli 1 m syvyyteen tenpinnasta.

6.2.2 Maapenkereet lentoasemalla

Maapenkereet tiivistetään taulukon 5 alusrakenteen vaatimusten mukaan, jossa hienoainespitoisuus (H) ≤ 30 %.

TAULUKKO 5. Tiivistyskoneiden ohjeellinen jyräskertamäärä eri kerrospaksuuksilla maa-aineksen ollessa lähellä optimivesipitoisuutta (InfraRYL 2010).

Jyrätyyppi	Paino, t	Ylituskertojen ohjearvo													
		Suodatin-/eristyskerros		Jakava kerros / välikerros		Kantava kerros		Alusrakenne H ¹⁾ ≤ 30			Alusrakenne H ¹⁾ > 30			Louhe	
		0,25	0,5	0,25	0,4	0,2	0,3	0,25	0,5	0,8	0,25	0,5	0,8	0,8	1,0
Kerrospaksuus enintään, m															
Täryjyrät ²⁾															
vedettävät	> 5	4	7	5	8	5	9	3	6	11	3	7	13	6 ¹²⁾	7 ¹²⁾
2 tärvalssia	> 5	3	4	3	5	3	6	2	4	8	2	4	8		
1 tärvalssi	> 5	4	7	5	8	6	9	3	6	11	3	6	11	5 ¹³⁾	7 ¹³⁾
Kumipyöräjyrät ³⁾	< 20 ⁴⁾	6	-	8	-	10	-	6	-	-	6	-	-	-	-
	> 20 ⁵⁾	4	8	6	12	8	12	4	8	14	3	6	11	-	-
Staattiset valssijyrät ⁶⁾	> 10	-	-	-	-	10	-	7	-	-	7	-	-	-	-
Pyöräkuomaimet ⁷⁾	> 40	-	-	-	-	-	-	4	8	14	3	7	13	-	-
Puskutraktorit ⁸⁾	> 10	-	-	-	-	-	-	4	-	-	6	-	-	-	-
Sorkkajyrät ⁹⁾	7...10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10)	10)	-	-	-
Tärylevyt ¹¹⁾	> 0,05	6	-	7	-	6	-	5	-	-	6	-	-	-	-
	> 0,1	5	-	6	-	6	-	4	-	-	5	-	-	-	-
	> 0,2	4	-	5	-	5	-	3	-	-	4	-	-	-	-
	> 0,4	3	-	4	-	4	-	3	-	-	3	-	-	-	-

Maapenger on valmis, kun tiivistetty yläpinta on muodoltaan ja korkeusasemaltaan suunnitelma-asiakirjojen mukainen. Lisäksi pintaan ei saa jäädä vettä kerääviä painanteita. Penkereen mitat tarkistetaan maastossa 20 m:n välein mittaamalla. Valmiin maapengerin kelpoisuuden osoittamiseksi ei tarvitse tehdä tiiviys ja kantavuusmittauksia (WSP Finland Oy 2016a, 18).

6.3 PÄÄLLYSRAKENTEET

6.3.1 Yleiset ohjeet päällysrakenteista

Päällysrakenteen osat koostuvat kuvassa 9 esitetyistä kerroksista.



KUVA 9. Päällysrakennekerrosten nimitykset (Tiehallinto 2004).

Suodatinkangas

Käytettävä suodatinkangas valintaan taulukon 6 mukaisesti. Suodatinkankaan päällä ei saa liikkua työkoneilla tai autoilla. Liikkumista varten kankaan päälle levitetään vähintään 0,3 metriä ylemmän kerroksen materiaalia, mursketta. Jos liikenne on raskasta, tulee levitettävän kerroksen olla vähintään 0,5 metriä paksu. Jos rakentamisolosuhteet tai maaperä olosuhteet ovat toisenlaiset kuin suunnitelma-asiakirjoissa on oletettu, on suunnitelma tarkistettava ennen rakennustyöhön ryhtymistä ja tarvittaessa laadittava muutostyösuunnitelma. Suodatinkangas asennetaan InfraRYL 2010 ohjeita noudattaen (InfraRYL 2010, 388).

TAULUKKO 6. Suodatinkankaan valintaperusteet (InfraRYL 2010).

Pohjamaa	Rakentamis- olosuhteet ²⁾	Täyttömateriaalin enimmäisraekoko (d_{max}), mm			
		$d_{max} < 60$	$60 < d_{max} < 200$	$200 < d_{max} < 500$	$d_{max} > 500$
Pehmeä Tv, Sa (su < 25 kPa)	Normaalit	N3	N4	N5	N5
	Suotuisat	N3	N3	–	–
Kiinteä Sa (su > 25 kPa), Si, Hk, Sr	Normaalit	N3	N3	N3	N4
	Suotuisat	N2	N2	–	–

Jakava kerros

Tiehankkeen jakava kerros rakennetaan sorasta tai murskeesta. Käytettävät maa-ainekset ja murskatut kiviainesmateriaalit tulevat soveltua teknisiltä ominaisuuksiltaan käyttökohteeseen ja ne ovat riittävän tasalaatuisia. Jakavassa kerroksessa voidaan käyttää standardin SFS-EN 13285 mukaisia rakeisuuksia 0/32, 0/40, 0/45, 0/56, 0/63 ja 0/80. Enimmäisraekoko on kuitenkin korkeintaan puolet kerralla tehtävän jakavan kerroksen paksuudesta. Jakavan kerroksen sallitut poikkeamat eli tarkkuusvaatimuksen on esitetty taulukossa 7 (InfraRYL 2010, 391).

Ennen jakavan kerroksen rakentamisen aloittamista varmistetaan, että alusta on sula. Jakava kerros rakennetaan yhtenä tai useana kerroksena tiivistettävän materiaalin laadun, kerrospaksuuden ja tiivistyskaluston mukaan. Jakavan kerroksen materiaalit kuljetetaan ja levitetään siten, että alusrakenteeseen ei muodostu uria (InfraRYL 2010, 395).

TAULUKKO 7. Jakavan kerroksen sallitut poikkeamat (InfraRYL 2010).

Ominaisuus	Sallittu poikkeama
Rakenteen yläpinnan tasosijainti	
• poikkeama vaakasuunnassa	– 0 / + 150 mm
• em. poikkeaman muutos 20 m:n matkalla	100 mm
Rakenteen yläpinnan korkeustaso	
• yksittäinen poikkeama kohtisuoraan pintaa vastaan ¹⁾	± 30 mm
• yksittäisen poikkeaman muutos 20 m:n matkalla	30 mm
keskiarvon poikkeama kohtisuoraan pintaa vastaan	± 15 mm
Rakenteen yläpinnan kaltevuuden poikkeama	± 1,0 %-yksikköä
Tasaisuus 3 m:n oikolaudalla mitattuna	20 mm

¹⁾ Tähtäysmerkkien ja mittakepin avulla mitataan poikkeama kohtisuoraan pintaa vasten, mutta takymetrimittauksessa poikkeama pystysuuntaan.

Valmis jakava kerros osoitetaan kelpoiseksi kantavuuden ja tiiviyden suhteen. Normaalissa tierakentamisessa jakavan kerroksen kantavuusvaatimus on luokkaa 100 MPa. Tii-

viyttä mitataan esimerkiksi levykuormituskokeella. Tiiviyssuhteen E_1/E_2 tulee olla keskiarvollisesti $\leq 2,2$ (InfraRYL 2010, 395). Taulukossa 8 on esitetty tiiviyssuhteen E_2/E_1 yksittäistuloksen enimmäisarvot:

TAULUKKO 8. Levykuormituslaitteella jakavan kerroksen pinnalta mitatun tiiviyssuhteen vaatimukset (InfraRYL 2010).

Kantavuus, MPa	Tiiviyssuhde E_2/E_1
< 125	$\leq 2,2$
125...134	$\leq 2,3$
135...144	$\leq 2,4$
145...154	$\leq 2,5$
155...164	$\leq 2,6$
165...174	$\leq 2,7$
175...184	$\leq 2,8$
≥ 185	$\leq 2,9$

Kantava kerros

Sitomaton kantava kerros rakennetaan kalliomurskeesta tai soramurskeesta. Materiaali laatuvaatimuksiltaan tulee olla samanlainen kuin jakavan kerroksen materiaali. Kantavassa kerroksessa voidaan käyttää standardin SFN-EN 13285 mukaisia rakeisuuksia 0/32, 0/40, 0/45, 0/56 ja 0/63. Enimmäisraekoko on korkeintaan puolet kerralla tehtävän kantavan kerroksen paksuudesta. Sitomattoman kantavan kerroksen yläpinta tulee rakentaa taulukon 9 tarkkuusvaatimusten mukaisesti. Kantavan kerroksen kantavuusvaatimus on luokkaa 160 MPa normaalissa tierakentamisessa. Vaadittavan tiiviyssuhteet ovat esitetty taulukossa se ja se (InfraRYL 2010, 402).

TAULUKKO 9. Kantavan kerroksen sallitut poikkeamat (InfraRYL 2010, 406).

Ominaisuus	Sallittu poikkeama
Rakenteen yläpinnan tasosijainti	
Poikkeama vaakasuunnassa	- 0/+ 150 mm
Em. poikkeaman muutos 20 m:n matkalla	100 mm
Rakenteen yläpinnan korkeustaso	
Yksittäinen poikkeama kohtisuoraan pintaa vastaan ¹⁾	± 20 mm
Yksittäisen poikkeaman muutos 20 m:n matkalla	20 mm
Keskiarvon poikkeama kohtisuoraan pintaa vastaan	± 10 mm
Rakenteen yläpinnan kaltevuuden poikkeama	$\pm 0,5$ %-yksikköä
Tasaisuus 3 m:n oikolaudalla mitattuna	12 mm
¹⁾ Tähtäysmerkkien ja mittakepin avulla mitataan poikkeama kohtisuoraan pintaa vasten, mutta takymetri-mittauksessa poikkeama pystysuuntaan.	

Ennen sitomattoman kantavan kerroksen rakentamisen aloittamista varmistetaan alustan taso, leveys ja pintojen muoto. Ennen materiaalin levittämistä mahdollinen lumi, jää ja jäätynyt maa poistetaan huolellisesti rakenteen alle jäävältä pinnalta. Keväällä ja talvella rakennettaessa tulee ottaa huomioon routanousut (InfraRYL 2010, 402).

Tiiviyssuhteen E_1/E_2 tulee olla keskiarvillisesti $\leq 2,2$. Taulukossa 10 on esitetty tiiviyssuhteen E_2/E_1 yksittäistuloksen enimmäisarvot:

TAULUKKO 10. Levykuormituslaitteella sitomattoman kantavan kerroksen pinnalta mitatun tiiviyssuhteen vaatimukset (InfraRYL 2010).

Kantavuus, MPa	Tiiviyssuhde E_2/E_1
< 145	$\leq 2,0$
145...159	$\leq 2,1$
160...174	$\leq 2,2$
175...189	$\leq 2,3$
190...204	$\leq 2,4$
205...219	$\leq 2,5$
220...234	$\leq 2,6$
≥ 235	$\leq 2,7$

6.4 Päälysrakenteet lentoasemalla

Suodatinkankaat

Suodatinkangasta tulee käyttää seuraavissa tilanteissa

- routimattoman päälysrakenteen ja routivan pohjamaan välissä sekä
- putkikaivanto- ja perustustäyttöjen alla, jos pohjamaa routivaa

Suodatinkankaan käyttöluokka louherakenteiden alla tulee olla N4 ja murskerakenteen alla tai ympärillä N3. Kankaat tulee limittää vähintään 0,5 metriä leikkauspohjan yläpuolelle päälysrakenteiden liitoskohdissa, ellei suunnitelmissa muuta esitetä. Putki- ja perustuskaivannoissa kankaat tulee ulottaa luiskissa vähintään 0,5 metriä routivan pohjamaan yläpinnan yläpuolelle (WSP Finland Oy 2016a, 22).

Jakava kerros

Jakavat kerrokset rakennetaan rakennuskohteesta kaivettavasta ja louhittavasta materiaalista tai rakennuttajan varastosta saatavasta louheesta ja rakennuttajan varastoista saa-

tavista kalliomurskeista. Jakavan kerroksen materiaalina käytetään lentoasemalla KaM 0/180. Viemäri- ja kaapelikaivantojen jakavat kerrokset rakennetaan kohdan 5.4.1 ja 5.4.2 mukaisesti.

Jakava kerros rakennetaan yleisten ohjeiden mukaan sekä taulukossa 7 esitettyjen tarkkuusvaatimusten mukaisesti. Valmiin jakavan kerroksen tasot ja leveys varmistetaan 10 metrin poikkileikkausvälein (WSP Finland Oy 2016a, 23).

Valmis jakava kerros osoitetaan kelpoiseksi tiiviyden suhteen. Kantavuus varmistetaan jakavan kerroksen päältä levykuormituskokein. Levykuormituskokeet ennalta merkityistä pisteistä, siten että pisteitä on 1 1000m² kohti. Lentoliikennealueella päällystettävien alueiden jakavan kerroksen kantavuusvaatimukset ovat taulukon 11 mukaiset:

TAULUKKO 11. Lentokenttäalueen jakavan kerroksen kantavuusvaatimukset (WSP Finland Oy 2016a).

Kohde	E2/E1	E2
Rullausalue	taulukko	165 MPa
Huoltotie	taulukko	104 MPa

Kantava kerros

Kantavakerros rakennetaan kalliomurskeesta KaM 0/56. Kantavan kerroksen ylin osa, enintään 50 millimetriä, tehdään tarvittaessa KaM 0/32:sta tasauksen viimeistelyn helpottamiseksi (WSP Finland Oy 2016a, 23).

Kantavan kerrokset rakennetaan asematasolla rakennettaville murske- tai kiilattaville louhe-/irtilouhintapinnoille. Tasauksen nosto nykyisen asematason alueella tehdään kantavan kerroksen murskeella. Kantavan kerroksen paksuus rullautustiealueilla tulee olla 200 millimetriä, kerros tiivistetään yhtenä kerroksena käyttäen tarkoitukseen sopivaa tiiviyskalustoa. Kantavan kerroksen ajo ja levittäminen järjestetään siten, että kiviaines ei lajitu. Sitomattoman kantavan kerroksen yläpinta tulee rakentaa taulukon 9 tarkkuusvaatimusten mukaisesti lukuun ottamatta rakenteen yläpinnan kaltevuuden poikkeamaa, jota ei sallita (WSP Finland Oy 2016a, 24).

Valmis sitomaton kantava kerros osoitetaan kelpoiseksi tiiviyden suhteen. Kantavuus varmistetaan kantavan kerroksen päältä levykuormituskokein. Levykuormituskokeet suoritetaan mittamiehen ennalta merkaamista pisteistä, siten että pisteitä on 1 kappale 500m² kohti. Lentoliikennealueella päällystettävien alueiden kantavan kerroksen kantavuusvaatimukset ovat taulukon 12 mukaiset.

TAULUKKO 12. Lentokenttäalueen kantavan kerroksen kantavuusvaatimuksen WSP (Finland Oy 2016a).

Kohde	E2/E1	E2
Rullausalue	taulukko	210 Mpa
Huoltotie	taulukko	148 Mpa

Betoniset rakenteet

Lentoasema-alueella betonitöissä tulee kiinnittää erityisesti huomiota betonin laatuun, jotta saavutetaan betonilta vaadittavat erityisominaisuudet. Betonille on asetettu vähimmäisvaatimukset, jotka sen tulee täyttää:

- Materiaalit, valmistus ja laadunvalvonta BY50 2012 mukaan
- Lujuusluokka 40/50 (luokka 1)
- Rasitusluokat XC4, XD3, XF4 ja XA2
- Massan notkeusluokka S2
 - sallittu painuma 50...90 millimetriä
- Suurin kiviaineksen raekoko 16 millimetriä
- Pinnan kulutuskestävyys luokan 2 mukaan.

(Sito Oy 2016, 24)

Konepaikan betonilaatan paksuus on 280 millimetriä. Rakenteiden leveydet ja pituudet on määritelty erikseen suunnitelmissa. Kuvassa 10 on havainnollistettu konepaikkojen betonipäällysteen suuruutta. Betonirakenteen osa-aineista on laajemmin kerrottu urakoiden työvaihekohtaisissa työselostuksissa (Sito Oy 2016, 24–26).



KUVA 10. Konepaikan 38 valu kesällä 2016 (Destia Oy).

Betonimassassa ei saa käyttää silikaa, lentotuhkaa eikä kuonaa. Lentoasema-alueella betonirakenteen tulee kestää seuraavia kemiallisia aineita:

- glykoli
- aggressiivinen sulfaatti
- kerosiini
- hydraulioöljy
- moottoriöljy ja
- kaliumasetaatti ja kaliumformaatti, joiden pitoisuus 50 %

(Sito Oy 2016, 25)

Betonin laatu ja valvonta

Betonirakenteiden laatua tulee valvoa koko työprosessin ajan. Valvonnasta tulee pitää betonointipöytäkirjaa, jotka yhdessä valmistuslaitoksen muistiinpanojen kanssa toimitetaan tilaajalle. Näiden lisäksi tulee tilaajalle toimittaa ennakkoselvitysten- ja kelpoiskokeiden suunnitelmat viimeistään viikkoa ennen ennakkokokeiden aloittamista. Ennakkoselvitysten- ja kokeiden tulokset sekä suhteutustiedot toimitetaan tilaajalle viimeistään viikkoa ennen varsinaisten betonitöiden aloittamista (Sito Oy 2016, 25).

Betonin puristuslujuus tulee testata 28 vuorokauden ikäisenä. Puristuslujuuden toteamista varten tehdään By 50:n mukainen näytteenotto- ja testaussuunnitelma. Näytteenotto suoritetaan rakennuspaikalla, ottamalla betonista kolme koekappaletta jokaista valukertaa kohti. Koekappaleiden lisäksi tulee selvittää betonimassa notkeus ja lämpötila rakennuspaikalta otetuista näytteistä. Koekappaleiden poraus sekä testaus ovat betonin valmistajan vastuulla, kustannukset mukaan lukien (Sito Oy 2016, 26).

Myös raudoituksien kelpoisuus on osoitettava tilaajalle. Kelpoisuus osoitetaan raudoituksien tarkastuksen tuloksena syntyneen pöytäkirjan avulla. Kyseinen pöytäkirja tulee luovuttaa tilaajalle ennen betonoinnin aloittamista (Sito Oy 2016, 29).

Työn suoritus:

Betonipäällyste tehdään kantavan kerroksen murskeen varaan. Kantavan kerroksen päälle asennetaan 50 millimetriä paksu tasauseros KaM 0/16:sta. Murskeen sekä lämpöeristeen ja betonilaatan väliin asennetaan suodatinkangas N3 ja bentoniittimatto Voltex DS. Bentoniittimattojen tulee olla limittäin valmistajan ohjeiden mukaisesti siten, että ensiksi betonoitavalla osuudella oleva suodatinkangas on päällimmäisenä. Bentoniittimatot kastellaan vedellä 4-8 tuntia ennen valun aloittamista. Suodatinkangas tulee asentaa kastoina betonin valusuuntaan nähden (Sito Oy 2016, 27).

Ennen valun aloittamista tulee varmistaa alustan oikea taso ja kaltevuus. Suurin sallittu poikkeama kaltevuudessa on 10 millimetriä ja muualla osalla + 10 millimetriä. Suurin sallittu epätasaisuus 5 metrin oikolaudalla mitattuna on 5 millimetriä. Alustalle ei saa syntyä lammikoita. Alustan ollessa jäässä ei saa suorittaa betonointia (Sito Oy 2016, 28).

Muottitöitä aloittaessa tulevat muotit käsitellä ennen valua niin, ettei betoni tartu muotteihin. Muottien tulee olla oikeassa korkeustasossa ja hyvin tuettuja. Sallittu poikkeama vaakasuorassa saa olla enintään 6 millimetriä ja pystysuoraan 3 millimetriä, 4 metrin oikolaudalla mitattuna. Muottien purku tulee suorittaa siten, että purkutyö ei aiheuta vaurioita betonoidulle rakenteelle. Muotit voidaan poistaa, kun betoni on saavuttanut 15 MN/m²:n lujuuden. (Sito Oy 2016, 28).

Raudoitustyöt tehdään erillisten suunnitelmien mukaisesti. Kuitenkin siten, että valmis raudoitus täyttää By 50:n vaatimukset koskien rakenneluokkaa 1. Näiden vaatimuksien lisäksi terästen sijainnin tulee täyttää seuraavat vaatimukset:

- sallittu sijaintipoikkeama poikkileikkauksen pienemmässä suunnassa ± 5 millimetriä.
- sallittu sijaintipoikkeama poikkileikkauksen suuremmassa suunnassa ± 20 millimetriä.

Teräkset ja raudoitteet tulee asentaa, kuljettaa ja varastoida niin, että ne eivät vaurioidu. Raudoitteet tuetaan ja sidotaan paikoilleen tukien ja välikkeiden avulla siten, että ne eivät työn aikana siirry pois paikoiltaan tai taivu. Kuvassa 11 on havainnollistettu konepaikan raudoitustyötä (Sito Oy 2016, 28).



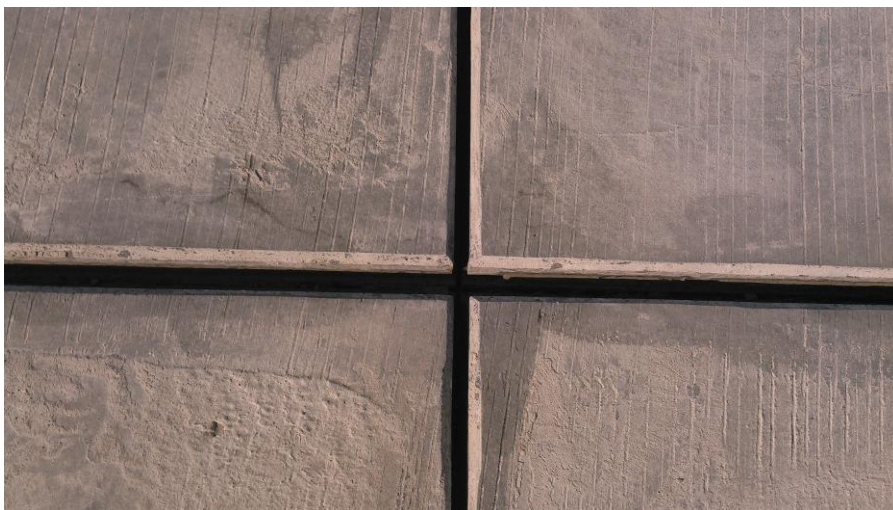
KUVA 11. Konepaikan raudoitus.

Betonimassa tiivistetään liukuvalulaitteistolla ja täryttämällä. Käsityönä tehtävissä laatoissa betoni tiivistetään tärysauvoilla ennen pintatärytystä. Pintatärytys tehdään tärypalkilla välittömästi valun tiivistyksen jälkeen. Tärypalkki tiivistyksen jälkeen betonin pinnalle levitetään välihoitoaine, jolla estetään veden haihtuminen. Betonipinta viimeistellään hiertämällä, jotta pinnan kitka paranisi (Sito Oy 2016, 29).

Valmiit valupinnat suojataan kuivumiselta ja tarvittaessa lämpösuojataan, myös kesällä. Välittömästi tärypalkin ajon jälkeen pintaan levitetään kosteuden haihtumisen estävä

välihoitoaine esimerkiksi Masterkure 111CF. Tämän jälkeen betonin pinta tulee puuhiertää koneellisesti suunnitelma-asiakirjoissa määriteltyyn karkeustasoon. Välittömästi pinnan hiertämisen jälkeen levitetään jälkihoitoaine esimerkiksi Masterkure 112. Pintojen märkäjälkihoito aloitetaan heti, kun betonipinta kestää. Märkäjälkihoitoa jatketaan vähintään 14 vuorokautta (Sito Oy 2016, 30).

Betonin kutistumissaumat sahataan auki, kun betoni on kovettunut niin paljon, että työ voidaan tehdä vahingoittamatta saumojen reunoja ja ennen kuin kuivumisen aiheuttama kutistuma ehtii aiheuttaa halkeilua. Sahaussaumun syvyys tulee olla noin 100 millimetriä ja leveys noin 5 millimetriä. Saumaus toteutetaan saumausaineen työohjeen mukaan. Työsauman yläosaan sahataan jälkimmäisen puoliskon valmistuttua myös avarrusura kuten edellä kutistussaumassa. Laattojen reunoihin hiotaan viisteet 5 mm x 5mm (KUVA 12). Betonin ja asfalttipäällysteen rajakohtaan sahataan asfalttoinnin valmistuttua saumaura. Saumauran tulee olla syvyydeltään 45 millimetriä ja leveydeltä 21 millimetriä. Sahausten jälkeen saumaan asennetaan liikuntasaumauha valmistajan käytöselosteen mukaisesti (Sito Oy 2016, 31).



KUVA 12. Konepaikan betonilaattojen saumat (Destia Oy).

7 PÄÄLLYSTEET

7.1 Ohjeet yleisesti

Päällystekerrokset koostuvat kuvan 13 mukaisista kerroksista.



KUVA 13. Päällystekerrokset (Tiehallinto 2004).

Päällystetyypin valinnassa tulee ottaa huomioon muun muassa päällystettävän kohteen liikennemäärät, vuosikustannukset, kiviaineksen saatavuus ja laatu ja korjauskohteissa edellinen päällystetyyppi sekä tiellä käytettävä ajonopeus. Päällystetyypin valinta liikennemäärän perusteella on esitetty taulukossa 13 (Tiehallinto 1997, s.10).

TAULUKKO 13. Päällystetyypin karkea valinta liikennemäärän perusteella (Tiehallinto 1997).

Liikennemäärä, KVL	Päällystetyyppi
0 ... 300	SOP
200 ... 1500	PAB-V
500 ... 2500	PAB-B
1000 ... 6000	AB
3000...	SMA, EA

Päällysteeltä vaaditaan myös laadullisia vaatimuksia. Laatuvaatimukset riippuvat laatuvaatimusluokasta, joka määräytyy nopeusrajoituksen ja liikennemäärän mukaan. Päällysteen laatuvaatimusluokat on esitetty taulukossa 14.

TAULUKKO 14. Päällysteen laatuvaatimusluokat (Asfalttinormit 2011).

LAATUVAATIMUSLUOKKA		
	Nopeusrajoitus (km/h)	
	> 60	≤ 60
	KVL (autoa/vrk)	
A	>5000	>10000
B	2500-5000	5000-10000
C	1500-2500	2500-5000
D	<1500	<2500

Työmenetelmien valintaan vaikuttaa muun muassa hankkeen niveltymisen muihin samalla kaudella tehtäviin päällystetöihin, liikenneturvallisuus, ajomukavuus, saatavilla oleva kalusto ja sen käyttömahdollisuus, asiantuntemus ja ammattitaito (Tiehallinto 1997, 12).

7.2 Ohjeet lentoasemalla

Asfalttipäällysteiden tulee täyttää Asfalttinormit 2011 ja asfaltin laatuvaatimukset lentokentällä – ohjeessa esitetyt vaatimukset. Ennen töiden aloittamista sovitaan käytettävästä laatujärjestelmästä. Laatuvaatimukset määräytyvät pääosin seuraavista tekijöistä:

- Päällysteen käyttöikä
 - kiitotiellä vähintään 10 vuotta sekä
 - rullausteilla ja asematasoilla vähintään 15 vuotta ilman suurempia korjaustoimenpiteitä.
- Marshall stabiliteetti-vaatimus > 8 kN.
- Marshall flow-vaatimus < 4 millimetriä.
- Päällysteen tyhjättila-vaatimus
 - kiitoteilla 2-4 %
 - rullausteilla ja asematasoilla 1-2 %.
- Märkäkitka 0,70.
- Kivien irtoamista päällysteistä ei saa tapahtua.

(Vuori, 2015).

Lentoasema-alueella käytettävät asfalttipäällysteet ja päällysteen paksuudet on esitetty taulukossa 15.

TAULUKKO 15. Lentoaseman päällysteet ja paksuudet (WSP Finland Oy 2016a, 24).

	KBAB 20/120 (50mm)	AB 16/100 (40mm)	ABK 25/120 (50 mm)	ABS 20/120 (50mm)
Rullaustie, kaistat ja kenttäalue	x		x	x
Huoltotie		x	x	
Kevyenliikenteen väylä		x		

7.2.1 Asfalttimassan levityskalusto lentokentällä:

Pintamassojen levitystä varten päällysteurakoitsijalle tulee olla tela-alustainen levittäjä, jonka painoluokka vähintään 18 tonnia ja kiinteäsovitteinen peruspalkki 7,5- 8,0 metriä. Jiirien tekoa varten urakoitsijalla tulee olla pyörä-alustainen levittäjä, jonka levitysleveys vaihtelee työkohteittain. Lisäksi asfaltinlevittimessä tulee olla saumalämmitin, jotta kaikki saumat voidaan tehdä niin sanotusti kuumasaumoina. Saumalämmitin tulee olla kytketty levittimen liikkeeseen siten, että bitumi saumassa ei pääse palamaan levittimen pysähtyessä. Levittimen nopeus tulee säätää aseman tehoon nähden siten, että levitin kulkee tasaisesti pysähtymättä massakuormien välillä (Vuori 2015, 9).

Levittimen lisäksi päällysteurakoitsijalla tulee olla käytössä päällystemassan tiivistykseen vähintään kolme jyrää, joista yksi tulee olla kumipyöräjyrä. Kumipyöräjyrän paino tulee olla vähintään 20 tonnia (Vuori 2015, 9).

7.2.2 Päällysteen laadunvarmistus lentoasemalla

Päällysteen kiviainesmateriaalista tulee ottaa vähintään yksi näyte työvuorossa tai 1 kappale näytteitä jokaista 1000 tonnia kiviainesta kohti. Kun taas asfaltoinnin aikainen näytteenottoväli on yksi kappale näytteitä 500 tonnia kiviainesta kohti tai yksi näyte työvuorossa. Massanäytteet otetaan asfalttiasemalla. Näytteiden ottamisesta ja toimittamisesta akkreditoituun laboratorioon sekä siellä tapahtuvasta tutkimuksesta aiheutuvista kustannuksista vastaa urakoitsija (Vuori 2015, 7–8).

8 MUUT LENTOASEMAN VAATIMUKSET

Rakentamista koskevien sääntöjen lisäksi urakoitsijan tulee huomioida töissään ja aikatauluissaan myös lentoaseman erityisvaatimukset ja mahdolliset viiveet johtuen muun muassa lentoliikenteestä, säästä ja viranomaisvaatimuksista. Alla olevilla toiminnoilla ja luvilla taataan, että jokaisella lentoaseman käyttäjällä olisi turvalliset olosuhteet.

8.1 Huonon näkyvyyden toiminta

Huonon näkyvyyden toimintamenetelmillä (Low Visibility Procedures, LVP) tarkoitetaan menetelmiä, joita lentoasemalla noudatetaan lentotoiminnon turvallisuuden tarvitsemiseksi. LVP-menetelmiä käytetään varmistamaan ilma-aluksen esteetön rullaus, nousu ja lasku sellaisissa näkyvyysolosuhteissa, joissa liikennealueiden esteettömyyttä ei voida varmistaa lennonjohdosta näköhavainnoin esimerkiksi sumussa, sateessa tai saksessa lumipyryssä (Finavia Oyj 2012, 37).

LVP-menetelmät saatetaan voimaan sääolosuhteiden huonontuessa lennonjohdon johdolla asteittain. Lentoasemalla on käytössä LVP-merkkivalojärjestelmä, jolla on tarkoitus varmistaa turva-aidan sisäpuolella liikkuvien tietoutta LVP-menetelmien voimassaolosta. Lisäksi LVP-merkkivalojärjestelmä asennetaan myös työmaille, jotka sijaitsevat merkittävän lähellä turva-aitaa ja lentoliikennealuetta (Finavia Oyj 2012, 37–38).

LVP-tilan voimassa ollessa liikkumista ja työskentelyä kiito- ja rullausteillä sekä asematasolla rajoitetaan ja valvontaa tehostetaan. Liikkuminen on sallittua ajoneuvoille ja henkilöille ainoastaan lentoliikenteen jatkumisen kannalta ehdottoman välttämättömien tehtävien suorittamiseksi. Kun huonon näkyvyyden toimintamenetelmät otetaan käyttöön, rakennustyöt, joka ei ole lentoliikenteen jatkumisen kannalta ehdottoman välttämättömä on oltava keskeytettynä. Jos työmaa sijaitsee kiitotiealueella, tulee henkilökunnan poistua asematasolle tai huoltotielle. Lentoasema voi erillisellä kirjallisella määräyksellä hyväksyä työt, jotka eivät vaadi keskeytymistä. Erillisten töiden suorittamiseksi annettavan kirjallisen määräyksen antaa lentoaseman liikennealueen käytön koordinoitiryhmä tai lähilennonjohdon päällikkö (Finavia Oyj 2015b, 15).

8.2 Pölyn estäminen

Massojen käsittelyssä mahdollisesti syntyvän pölyn leviäminen ympäristöön tulee estää tehokkaasti. Mikäli pölystä aiheutuu haittaa lentoliikennealueelle, toiminta on välittömästi keskeytettävä. Ja toimintaa ei saa jatkaa ennen, kun Finavia:n edustaja on hyväksynyt pölynsidontatoimenpiteet (Finavia Oyj 2014, 10–11).

8.3 Materiaalien väliaikainen varastointi

Materiaaleja varastoidessa on huomioitava, ettei kasojen korkeus ylitä kiitotien esteraajoituspintoja. Kasojen korkeus ei saa ylittää yli 10 metriä (Finavia Oyj 2014, 11).

8.4 Luvat

8.4.1 Kulkulupa

Jokaisella luvanvaraisella alueella työskentelevällä tulee olla lentoaseman myöntämä kuvallinen kulkulupa ja oman työnantajansa kuvallinen henkilökortti. Luvanvaraisella alueella työskentelevien on ennalta perehdyttävä voimassa oleviin lentoaseman määräyksiin liikkumisen ja työskentelyn suhteen (Finavia 2015a, 3).

8.4.2 Ajolupa

Liikennealueella ja asematasolla liikkuvan ajoneuvon kuljettajalla on oltava lentoaseman myöntämä ajolupa ja ajoneuvolla ajoneuvolupa. Liikennealueella ja asematasolle saa mennä ilman ajolupaa vain saatettuna. Saatto edellyttää saattajaa, jolla kyseiset luvat ovat kunnossa. Ajoneuvoissa on lentokenttäalueella liikuttaessa aina käytettävä ajovalo ja sekä keltaista vilkkua liikennealueella huoltoteiden ulkopuolella. Ilma-aluksilla on aina etuajo-oikeus lentoasemalla. Liikkuessa asematasolla on huomioitava ilma-alusten suihkuvirtaukset. Luvanvaraisella alueella työskentelevillä alkoholin promilleraja on nolla (Finavia Oyj 2015a, 3).

8.4.3 Tulityölupa

Tulitöiden tekemiseen on haettava lupa lentoaseman kunnossapitopäälliköltä. Asematasolla ja liikennealueella ei saa tupakoida. Tupakointikielto koskee myös ajoneuvoissa tupakointia (Finavia Oyj 2015a, 4).

8.4.4 Lentoesteluvat

Lentoestelupaa tulee hakea Finavia Oyj:lta ennen nosturin tai muun korkean esteen pysyttämistä lentoasema-alueella tai lentoaseman läheisyyteen (Finavia Oyj 2015a, 4).

8.4.5 Maantyöstölupa

Urakoitsijan tulee hakea johtojen ja putkitusten sijaintiselvitystä (johtoselvitys) vähintään kaksikymmentä arkipäivää ennen kaivutöiden suunniteltua aloitusta. Johtoselvitystä haetaan lomakkeella, jonka hakija lähettää täytettynä Finavia Oyj:n infrapalveluiden sähköpostiin. Johtoselvitykseen kuuluu myös aloituskokous, jossa rajataan kaivulupa-alue ja tehdään johtojen ja putkitusten maamerkintä suunnitelma. Kokouksen jälkeen luvan hakija saa kartan, johon on rajattu maantyöstölupa-alue. Tämä kartta tulee liittää maantyöstölupahakemukseen (Finavia Oyj 2016d, 1).

Johtoselvityshakemusta käsiteltäessä tarkistetaan, onko kyseisellä alueella jo voimassa olevia tai juuri päättyneitä lupia. Mikäli lupaa haetaan alueella, jossa on voimassaoleva lupa, ei hakemuksen käsittelyä jatketa. Tällöin asiasta tiedotetaan hakijaa kielteisellä päätöksellä (Finavia Oyj 2016d, 1).

Kun johtoselvitys on hyväksytty, voi hakija hakea kirjallisesti maantyöstölupaa. Maantyöstölupa myönnetään, jos hakemuksessa vaadittavat tiedot on täytetty. Päätöksen luvan myöntämisestä tekee Paikkatieto-tiimi ja lupa tulee voimaan sen allekirjoituksen jälkeen. Mikäli maarakennustyö sisältää kalliolouhintaa ja räjäytystöitä, tulee se ilmoittaa maantyöstölupaa haattaessa. Lisäksi hakemukseen tulee liittää erillinen liitekartta louhintatöiden vaikutusalueen laajuudesta vaaka- ja pystysuunnassa (Finavia Oyj 2016d, 2).

8.5 Aidat

Työmaa tulee erottaa lentoliikenne-alueesta turva-aidalla, joka on vähintään 2 metriä korkea ja aidan päällä on kolminkertainen piikkilanka. Aidan kokonaiskorkeus on 2,45 metriä piikkilanka mukaan lukien. Aidan sijainti tulee määrittää ennen aitauksen/töiden aloittamista. Aidan rakentamisesta, siirrosta tai poistamisesta sovitaan yhdessä urakan sisällä ja siitä tiedotetaan tiedotussuunnitelman mukaisille tahoille lentoasemalla. Aita tulee olla riittävän tukeva, ja aidat tulee olla kiinnitetty toisiinsa tarvittavalla tavalla. Aitauksen ollessa valmis kutsutaan paikalle lentoaseman turvallisuudesta vastaavat, joilla on pätevyys turvaetsintään (Sito Oy 2016, 34).

9 POHDINTA

Helsinki-Vantaan lentoasemalla on rakennettu jo ennen vuotta 2013, jolloin Finavia Oyj:n kehitysohjelma käynnistyi Helsinki-Vantaalla. Aikaisemmin lentoasemaa on laajennettu vuonna 1996, jolloin ulkomaanterminaalia laajennettiin sekä 2009, jolloin kaukolentojen tiloja laajennettiin. Lisäksi vuosien varrella on kunnostettu asematason rullaus- ja kiitoteitä sekä rakennettu uusia kiitoteitä lentokapasiteetin kasvaessa.

Työskennellessäni yhdessä Finavia Oyj:n kehitysprojektissa Helsinki-Vantaan lentoasemalla huomasin, että lentoasemalta puuttuu kokonaan yhtenäinen rakentamisohje, jossa kerrotaan lentoaseman asettamat vaatimukset rakentamiselle. Tämän työn tarkoituksena oli koota nämä vaatimukset yhteen. Tarkoituksen oli luoda rakentamisohje, joka ohjeistaa lentokentällä rakentavia urakoitsijoita ja lentoasemalla työskenteleviä ihmisiä työskentelyyn lentoasemalla. Työssä lisäksi kerrottiin rakentamisen yleiset ohjeet normaalissa tierakentamisessa, jotta lukija havainnollistaa lentoaseman rakentamisen poikkeavuuden. Teoriaa havainnollistettiin käytännön kuvien avulla.

Yleisesti voidaan todeta, että lentoasema rakentaminen on osaksi samanlaista kuin normaali tierakentaminen. Suurin eroavaisuus rakentamisessa näkyy päällysrakenteissa. Lentokentän päällysrakenteissa laatuvaatimukset ovat korkeita johtuen ilma-alusten asettamista vaatimuksista. Kantavien ja jakavien kerroksien tulee olla tarpeeksi kantavia, joka näkyy suurissa kantavuusvaatimuksissa. Suurien kantavuusvaatimuksien lisäksi asfalttikerrokset tulee olla paksumpia kuin normaalissa tierakentamisessa ja päällysteiden kiviaineksen laatuvaatimukset ovat paljon tierakentamista tiukemmat.

Rakentamisohjeiden lisäksi työssä käytiin läpi lentoaseman muut rakentamista koskevat vaatimukset. Lentokenttä asettaa rakentamiselle myös muitakin vaatimuksia, jotka urakoitsijan ja työntekijän tulee huomioida työskennellessään lentoasema-alueella. Nämä vaatimukset pääosin liittyvät ilmastoon, lupa-asioihin ja viranomaisvaatimuksiin.

Lähtökohtaisesti tämä rakentamisohje on luotu nyt Helsinki-Vantaan lentoasemalla käynnissä olevaan urakkaan, jossa Destia Oy vastaa maarakennustöiden toteutuksesta ja, joka tulee päättymään vuonna 2021. Tähän työhön on koottu tärkeimmät ohjeet koskien lentoasemalla rakentamista ja työskentelyä pois lukien kalliorakentaminen sekä vesihuolto- ja valaisinjärjestelmät. Tämän ohjeen avulla työnjohdon ja muiden työmail-

la työskentelevien työntekijöiden työn teko toivottavasti tulee helpottumaan, koska ohje sisältää kaikki ne asiat, jotka lentoasemarakentamisessa ja sen ympäristössä tulee huomioida. Eli tämän ohjeen avulla urakoitsija ja lentoasemalla työskentelevä tietää, mitkä asiat tulee ottaa huomioon ennen kuin rakentaminen lentoasema-alueella voidaan aloittaa tai rakentamisen yhteydessä.

Tulevaisuuden rakentajien kannattaa ohjetta lukiessaan huomioida se, että määräykset ja vaatimukset lentoasema-alueella ovat voineet muuttua, joten tulevaisuudessa tulee suhtautua tähän ohjeeseen kriittisesti ja selvittää ovatko Finavia Oyj:n määräykset ja vaatimukset sekä suunnitelmat vielä voimassa.

LÄHTEET

Asfalttinormit 2011. PANK ry. Luettu 7.4.2017.

Currie, J. Destia Oy. Työnjohtaja. 2017. Sähköposti 20.3.2017.

Destia Oy. 2016. Valokuvia.

Finavia Oyj. 2012. Helsinki Vantaan lentoaseman toimintakäsikirja. Versio 6. Luettu 18.3.2017.

Finavia Oyj. 2013. Lentoaseman luvat ja liikkuminen. Luettu 18.3.2017.

Finavia Oyj. 2014. Toiminta Finavian alueilla. Versio 2. Luettu 18.3.2017

Finavia Oyj. 2015a. Ohje urakoitsijoille. Versio 4. Luettu 18.3.2017.

Finavia Oyj. 2015b. Helsinki-Vantaan lentoaseman huonon näkyvyyden toimintaohjeet. Versio 1. Luettu 18.3.2017.

Finavia Oyj. 2015c. Maaliikenneohjeet. Luettu 18.3.2017.

Finavia Oyj. 2016a. Finavian kehitysohjelma ulottuu vuoteen 2020. Luettu 14.11.2016
<http://www.finavia.fi/fi/lentoasemat-kehittyvat/finavia-investoi/>

Finavia Oyj. 2016b. EFHK-Helsinki-Vantaa. Luettu 18.3.2017.
<https://ais.fi/ais/eaip/fi/>

Finavia Oyj. 2016c, Turvallisuusasiakirja, turvallisuussäännöt ja menettelyohjeet. Luettu 31.1.2017.

Finavia Oyj. 2016d, Johtoselvitys ja maantyyöstölupa Helsinki-Vantaan lentoaseman alueella. Luettu 7.4.2017.

Ilmailulaitos. 2010. Tyyppiirustus HK EPS 03 137 006. Versio D. Luettu 23.3.2017.

InfraRYL 2010

Lehtonen, S. Destia Oy. Työmaainsinööri. 2016. Jakavat kerrokset, työvaihekohtainen työ- ja laatusuunnitelma. Luettu 13.3.2017.

Leino, J. Destia Oy. Työnjohtaja – sähkö. 2017. Sähköposti 17.2.2016.

Lemminkäinen Oy. Asfaltin ja betonin jyrshintä. 2017.
<http://www.lemminkainen.fi/asfaltti-ja-paallystaminen/asfaltin-ja-betonin-jyrshintä/>. Luettu 20.3.2017

Liikennevirasto. 2012. Tien geotekninen suunnittelu.
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2012-10_tien_geotekninen_web.pdf

Sito Oy. 2016. Työselostus, Urakkaosa 1 ja 2 – toteutusvaihe. Luettu 22.3.2017

Sivenius, J. 2014, Maarakennustöiden suunnittelu, luentomateriaali. Luettu 20.2.2017

Tiehallinto. 1997. Päällysteiden suunnittelu.

http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf2/paallysteiden_suunnittelu.pdf. Luettu 28.3.2017.

Tiehallinto. 2001. Teiden pohjarakenteiden suunnitteluperusteet.

<http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100002-01i.pdf>

Tiehallinto 2004. Tierakenteen suunnittelu.

<http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100029-v-04tierakenteensuunn.pdf>. Luettu 29.3.2017

Tiehallinto. 2005. Penger- ja kerrosrakenteet. Luettu 16.3.2017

http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2200043-v-04penger_ja_leikk.pdf

Uponor. 2009. Uponor-viettoviemärijärjestelmät.

<https://www.uponor.fi/handler/directdownload.ashx?did=5B3BA6B685CC4C98B6771C360D364A68>. Luettu 5.4.2017.

Vuori, J. Finavia Oyj. 2015. Turvallisuuskoordinaattori. Asfaltin laatuvaatimukset lentokentällä. Luettu 16.3.2017.

WSP Finland Oy. 2016a. AM-AH Rakennussuunnitelma. Maarakennustöiden työkohtainen työselitys. Versio 19.4.2016. Luettu 30.11.2016.

WSP Finland Oy. 2016b. Tyypipoikkileikkaus VH kaivanto. Luettu 22.2.2017.

LIITTEET

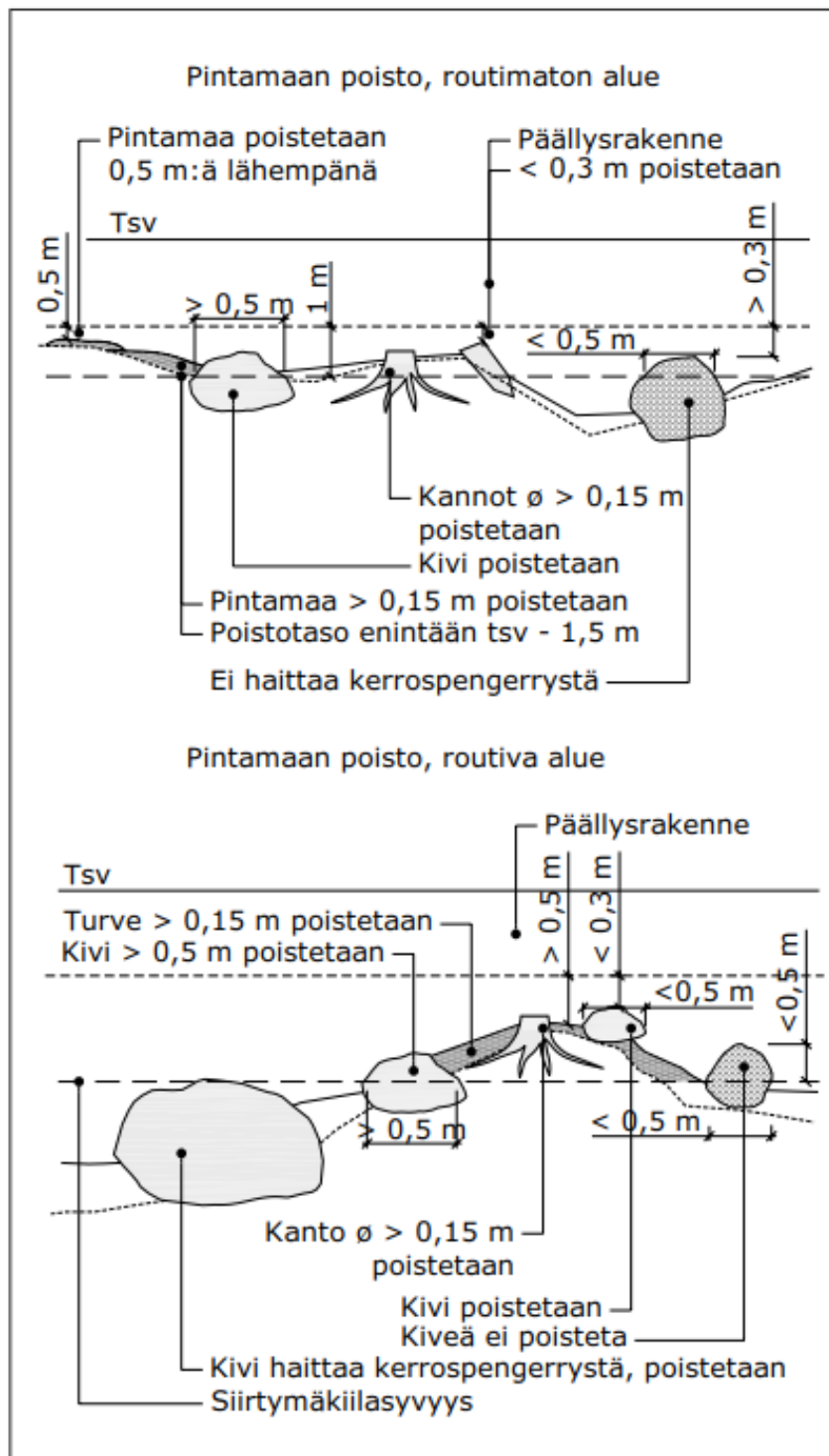
Liite 1. NATO-aakkoset (Finavia Oyj).

NATO-aakkoset

Kirjain	NATO
A	Alfa
B	Bravo
C	Charlie
D	Delta
E	Echo
F	Foxtrot
G	Golf
H	Hotel
I	India
J	Julieta
K	Kilo
L	Lima
M	Mike

Kirjain	NATO
N	November
O	Oscar
P	Papa
Q	Quebec
R	Romeo
S	Sierra
T	Tango
U	Uniform
V	Victor
W	Whiskey
X	X-ray
Y	Yankee
Z	Zulu

Liite 2. Pintamaan poisto

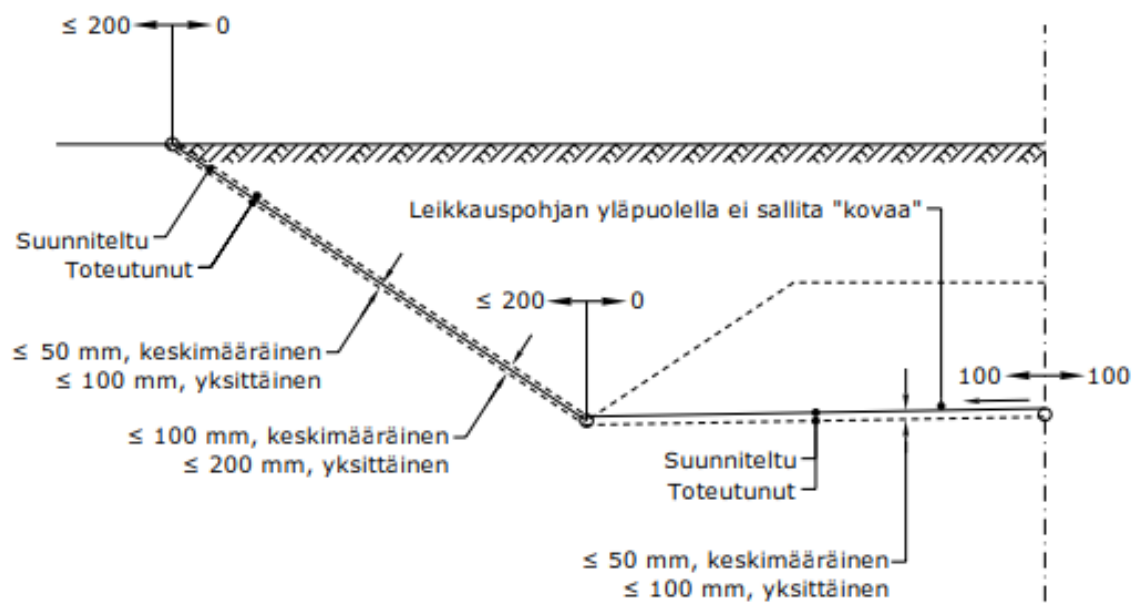


Liite 3. Maaleikkaustöiden tarkkuus- ja tasaisuusvaatimukset ja leikkausluiskan sallitut mitta- ja sijaintipoikkeamat (InfraRYL 2010).

Tarkasteltava rakenne	Tarkkuusvaatimus, mm
Leikkausluiskien taitepisteiden sijainti vaakasuunnassa	0...+ 200
Leikkauspohjan leveys päällysrakenteen alla, yksittäinen poikkeama	0...+ 150
Leikkauspohjan korkeustaso päällysrakenteen alla, yksittäinen poikkeama ¹⁾	0...- 100
Ojan pohjan sijainti vaakasuunnassa	± 150
Ojan pohjan korkeustaso ²⁾	0...- 100

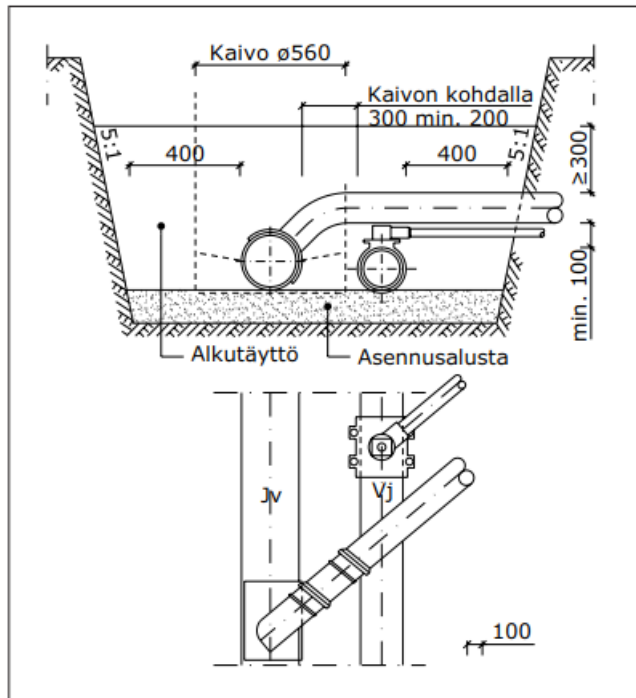
¹⁾ Louhepatjan alla 0...- 200 mm

²⁾ Ojan pohjalle ei saa syntyä yli 50 mm syviä lammikoita.



Liite 5. Putki- ja johtokaivantojen tekeminen (InfraRYL 2010).

Tukemattoman maakaivannon vähimmäismitat, kun vesijohto ja viemäri on asennettu samalle asennusalustalle.



Kaivannon massanvaihdon poikkileikkaus tukemattomassa kaivannossa.

