

Lauri Kotimäki

PIENTALON POHJARAKENTAMINEN

Opas työnjohdolle

PIENTALON POHJARAKENTAMINEN

Opas työnjohdolle

Lauri Kotimäki
Opinnäytetyö
Syksy 2014
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma, Talotekniikka

Tekijä(t): Kotimäki, Lauri Tapani
Opinnäytetyön nimi: Pientalon pohjarakentaminen – Opas työnjohdolle
Työn ohjaaja(t): Hekkanen, Martti
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2014 Sivumäärä: 44 + 10 liitettä

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää yleiseen käyttöön soveltuva ohje pohjarakennustöihin ryhtyvälle kokemattomalle työnjohtajalle. Samalla tarvittiin myös mallipohjaa pohjatöiden tehtäväsuunnitelmalle, jollaista ei Ratun malleista vielä löydy. Tavoitteena oli saada ohje mahdollisimman helposti ymmärrettäväksi ja sovellettavaksi sekä nostaa esille ne asiat, joiden huomioiminen on ensisijaisen tärkeää.

Opinnäytetyötä varten perehdyttiin pohjarakentamiseen yleisten pohjarakentamista käsittelevien oppikirjojen, Ratun ohjekorttien sekä työnjohtoharjoittelujaksolla ammattiopiston omakotitalotyömailla. Näiden pohjalta koottiin keskeiset asiat, jotka työnjohtajan tulee huomioida ennen töiden alkua.

Opinnäytetyön tuloksena valmistui noin 40-sivuinen pohjarakennustyön suunnitteluopas. Opas sisältää yleisten määritelmien, suunnittelutietojen ja laadunvarmistusohjeiden lisäksi mallin esimerkkikohteen tehtäväsuunnitelmasta. Pohjarakennustöiden tärkeimmiksi asioiksi työnjohtajan näkökulmasta valikoituivat oikea rakennuspaikka korot ja kallistukset, maan kantavuus, maa-ainesten laatu, työjärjestyksen suunnittelu, suunnitelmien mukaisuuden noudattaminen sekä työvaiheiden dokumentointi.

Asiasanat: talonrakentaminen, pohjarakennus, työnjohto, tuotannosuunnittelu

ALKULAUSE

Kiitokset rakennustekniikan lehtori Martti Hekkaselle rohkaisusta ja asiantuntevasta tuesta opinnäyteprosessin alkuvaiheista loppuun saakka. Toivon tämän oppaan auttavan tulevia rakennusalan työnjohtajia heidän ensimmäisissä haasteissaan pohjarakennustöiden suunnittelussa ja toteutuksessa!

Oulussa 15.8.2014

Lauri Kotimäki

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
1 JOHDANTO	9
2 POHJARAKENNUSTYÖT	11
2.1 Määritelmä Suomen rakennusmääräyskokoelman mukaan	12
2.2 Pohjarakennustöihin laskettavat työvaiheet	12
2.3 RATU-kortin mukaiset tehtävät	13
2.3.1 Raivaus ja purku	13
2.3.2 Maankaivu	14
2.3.3 Täyttö	14
2.3.4 Putkiasennus	15
3 POHJARAKENNUSTÖIDEN LAADUNVARMISTUS	17
4 TYÖNSUUNNITTELUOHJE TYÖMAAMESTARILLE	19
4.1 Työvaiheiden laatuvaatimukset	19
4.2 Työvaiheissa tarvittava kalusto, työmenekit ja materiaalit	21
4.2.1 Raivaus ja purku	21
4.2.2 Maankaivu	22
4.2.3 Täyttö	27
4.2.4 Putkiasennus	28
4.3 Työturvallisuuden varmistaminen	30
4.4 Laadunvarmistus	33
4.5 Liittymien rakentaminen osana pohjarakentamista	34
4.6 Perustustöiden mestan toimivuuden varmistus	34
5 OHJEEN SOVELLUTUS ESIMERKKIKOHTEESSA	35
5.1 Kohdetiedot	35
5.2 Aikataulu	35
5.3 Laatuvaatimukset	36
5.4 Koneet, kalusto, työvälineet	37
5.5 Työturvallisuus	37

5.6 Laadunvarmistus	38
5.7 Potentiaalisten ongelmien analyysi	38
6 YHTEENVETO	41
LIITE 1: MAARAKENTAMISEN TEHTÄVÄSUUNNITTELU	45
LIITE 2: ESIMERKKI TARKASTUSLISTASTA	47
LIITE 3: MAA-AINESTEN ESIMERKKIHINTOJA	48
LIITE 4: POHJARAKENNUSTÖIDEN TARKASTUSASIAKIRJA	49
LIITE 5: TYÖNTEKIJÄN PEREHDYTYSLOMAKE	54

SANASTO

Alapohja	Lattiarakenteet
Antura	Yleensä teräsbetoninen 600 mm leveä palkki, joka välittää rakennuksen painon maaperään. Pehmeällä maapohjalla antura on leveämpi.
Asemakaava	Ohjaa rakentamista ja muuta maankäyttöä paikallisten olosuhteiden, kaupunki- ja maisemakuvan, hyvän rakentamistavan, olemassa olevan rakennuskannan käytön edistämisen ja kaavan muun ohjaustavoitteen edellyttämällä tavalla.
Hulevesi	Sadevedet ja salaojiin kertyvät vedet
K3 työvuorokapasiteetti	Tehtävän suorit määrä jaettuna työvuoroajalla T3
K4 työvaihekapasiteetti	Saadaan kertomalla työvuorokapasiteetti työvaihekapasiteettikertoimella a3, joka riippuu työsuunnittelun ja työjärjestelyn onnistumisesta sekä työolosuhteista. Maankaivutyössä kerroin on keskimäärin 0,8.
Mesta	Alue tai paikka, joka on varattu tietyn rakennustyövaiheen työskentelyalueeksi
Perusvesikaivo	Kiinteistöllä sijaitseva kaivo, johon salaojien ja sadevesiviemäriin vedet kootaan ennen niiden johtamista kunnallistekniseen sadevesiviemäriin tai avo-ojaan
Pohjarakentaminen	Rakennuksen ja rakenteiden perustusten ja maanpinnan alapuolisten tilojen tarkoituksenmukaiseksi ja turvalliseksi rakentamiseksi tarvittavat kaivu-, louhinta-,

	tuenta-, kuivanapito-, tiivistys- ja lujitustyöt sekä muut rakennustyöt ja pysyvien pohjarakenteiden rakennustyöt
Pumppaamot	Tontin ollessa vesi- tai viemäriliittymiä matalammalla käytetään pumppaamoja siirtämään jäte- ja hulevedet paineputken kautta ylemmälle tasolle
Rakeisuuskäyrä	Maa-aineksen partikkelikokojakauma
Salaojasora/sepeli	Rakeisuudeltaan hyvin vettä läpäisevä sora tai sepeli
Sepeli	Lajiteltu murske, joka on kahden halutun seulakoon väliin jäävä aines, esimerkiksi 8- 32 mm.
T3 työvuoroaika	Tavoitteellinen työmenekki, joka ei sisällä yli tunnin kestäviä häiriöitä tai keskeytyksiä.
T4 työnvaiheaika	Kokonaisaika, joka sisältää kaikki työhön käytetyt tunnit, myös tunnin mittaiset ja pidemmät työskentelyn keskeytykset. Työnvaiheaikaa käytetään kustannusten arvioimiseen ja alustavan yleisaikataulun laadintaan.
Viivyttäminen, viivytys	Hulevesien poiston jakaminen pitkälle ajanjaksolle

1 JOHDANTO

Viimeisen puolen vuosisadan aikana rakennusten toimintavaatimusten kasvetua on pohjarakentaminenkin muuttunut huomattavasti vaativammaksi. Painumista johtuvien rakenteiden muodonmuutosten vaikutukset nykytaloissa eivät ole enää vain kosmeettisia häiriöitä ja vedon lisääntymistä jo valmiiksi harvoissa mökeissä, vaan jopa rakennuksen purkuun johtavia kosteus- ja rakenneaurioita. Pienetkin painumasta syntyneet raot esimerkiksi elementtien liitoksessa aiheuttavat ilma- ja lämpövuodoista johtuvaa kosteuden tiivistymistä rakenteessa. Lisäksi pohjarakennustöitä on hankaloittanut hyvälaatuisten rakennusmaiden vähentyminen, jolloin myös haastavampia maa-alueita on jouduttu ottamaan käyttöön.

Pientalon pohjarakentamisesta on sen keskeisyydestä huolimatta suhteellisen vähän käypiä ohjeita. Esimerkiksi RatuNetin tehtäväsuunnitelman mallipohjissa ei pohjatöitä ole huomioitu ollenkaan. Kuitenkin pohjarakentamisen kustannukset voivat olla pientaloissa jopa viidesosan koko rakennuksen hinnasta ja virheiden korjaus jälkikäteen on sekä kallista että aikaavievää. Opinnäytetyöprosessin aikana on seurattu kolmen oppilastyönä toteutettavan omakotitalon pohjarakennustöitä. Tämän työmaajakson aikana havaitut ongelmat ja muut merkittävät kohdat on pyritty huomioimaan opinnäytetyössä erityisellä tarkkuudella.

Ohje on suunnattu ensisijaisesti pohjarakennustöiden avuksi tavanomaisten kohteisiin, jotka täyttävät Rakennusmääräyskokoelman osan A2 jaotteluluokka B:n määritelmät. Tällaisia kohteita ovat kooltaan tai rakenteiltaan tavanomaiset sekä pienehköt rakennukset, jotka rakennetaan kallio-, moreeni- tai karkearaakeisen maalajien alueella (RakMK A2, 4.2.3.4.). Opas on pyritty avaamaan mahdollisimman helppolukuseksi, jotta aloitteleva työnjohtaja kykenisi hyödyntämään sitä pohjarakennustöitä suunnitellessaan.

Työn ensisijaisena tavoitteena on luoda ohje pohjarakennustöiden johtamiseen työmaamestarille. Lisäksi työssä pyritään selventää pientalon pohjarakennustyöt sekä käsitteenä että tehtäväsällöiltään. Työnjohtajan on tiedettävä eri työ-

vaiheiden ajoittuminen toisiinsa nähden, näiden laatuvaatimukset, tarvittava kalusto, työmenekit ja tarvittavat materiaalit. Työn laatua voidaan seurata rakennusmittauksin, erilaisin tarkastuksin sekä myös varmistamalla turvallinen työn suoritus kaikissa työvaiheissa. Työnjohtajan keskeisin tehtävä on kuitenkin järjestää työn etenemiselle edellytykset eli pohjarakennustöiden mesta on järjestettävä mahdollisimman toimivaksi, jolloin myös perustukset voitaisiin rakentaa ongelmitta.

2 POHJARAKENNUSTYÖT

Kaikki rakenteet vesirakennuksesta suuriin liikerakennuksiin edellyttävät pohjarakentamista ja perustuksia (1, s. 19). Pohjarakentamiseksi lasketaan sellaiset kaivu-, tuenta-, kuivatus-, vahvistus-, ja muut tarvittavat toimenpiteet, joilla perustusten ja maanpinnan alapuoliset tilojen rakentaminen voidaan tehdä tarkoituksenmukaisesti ja turvallisesti sekä pysyvien pohjarakenteiden rakennustyöt. Rakennuksen oletettua käyttöikää vastaava käytettävyys ja terveellisyys tulee varmistaa suunniteltaessa ja rakennettaessa pohjarakenteita. Suunnittelun ja rakentamisen onnistuneella yhteistyöllä myös estetään rakennuksen alapuoliset kosteusvauriot. (2, s. 9.)

Oikein tehdyt pohjatyöt mahdollistavat perustusten suunnitellun toiminnan – kuormien välittymisen maaperään niin, että painumista johtuvat rakenteiden muodonmuutokset pysyvät siedettävänä eikä maapohjan kantavuus vaarannu. Sopivimman perustusmenetelmän valinta tehdään tapauskohtaisesti pohjatutkimuksessa selvinneiden seikkojen ja rakennuksen tyyppin pohjalta, rakennesuunnittelijan suositusten perusteella. Perustusmenetelmät voidaan luokitella pääryhmittäin seuraavasti:

1. Kalliolle perustaminen
2. Maavarainen perustaminen
3. Paaluperustus
4. Erikoisperustukset. (1, s. 19, 34.)

Perustusmenetelmästä riippuen pohjatöiden laajuus, kustannukset ja kalusto voivat vaihdella.

Työmaan perustaminen käynnistää työt kohteessa. Pohjarakennus on ensimmäinen varsinainen rakennustyövaihe monivaiheisessa rakennusprosessissa. Työnjohdon merkittävä tehtävä rakennusprosessin aikana onkin hallita ja seurata kustannuksia. Pohjarakennuksen kustannukset asuinrakennuksissa voivat vaihdella jopa 2 - 20 %:n välillä. Huomattava on, että eri pohjarakennusratkaisut

vaikuttavat ylempien rakennusosien rakenneratkaisuihin, joten kustannuksia tulisikin tarkastella laajempina kokonaisuuksina vaikutuksineen. (1, s. 15.)

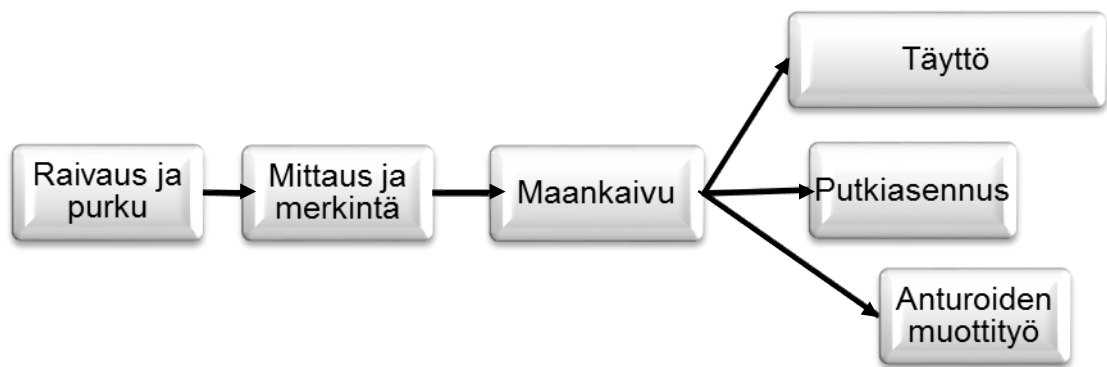
2.1 Määritelmä Suomen rakennusmääräyskokoelman mukaan

Pohjarakennustyöt on määritelty Suomen rakennusmääräyskokoelman osassa B3 (2004) Pohjarakenteet - Määräykset ja ohjeet. Määritelmän mukaan pohjarakennustöihin kuuluu rakennuksen ja rakenteiden alapuolisten kerrosten muokkaustyöt, joita tarvitaan saattaakseen ne tarkoituksenmukaisiksi ja turvallisiksi. Tällaisia töitä ovat kaivu-, louhinta-, tuenta-, kuivatus-, tiivistys-, ja lujitus-toimenpiteet sekä pysyvien pohjarakenteiden rakennustyöt.

Pohjarakenteita on kahta tyyppiä: pysyviä sekä työnaikaisia rakenteita. Pysyviä rakenteita ovat perustukset, maanvastaiset seinä- ja alapohjarakenteet sekä suojausrakenteet esimerkiksi kosteutta ja routaa vastaan. Työnaikaisia rakenteita ovat kaivantojen tuennat, pohjaveden alennusjärjestelmät sekä tilapäiset suojausrakenteet, kuten säilytettävien puiden suojaukset. (3, s. 3.)

2.2 Pohjarakennustöihin laskettavat työvaiheet

Pohjarakennustöiden työvaihekokonaisuudet ovat raivaus ja purku, alku- ja loppukaivu, täyttö ja putkiasennukset. Työvaiheiden ajoittuminen muihin tehtäviin on esitelty kuvassa 1. (4, s. 1; 5, s. 1; 6, s. 1; 7, s. 1.) Työn sujumisen kannalta työnjohtajan on suositeltavaa selvittää koko pohjatyövaiheen lupa-asiat, piirustukset, henkilöstö, kalusto, ulkopuoliset työnsuorittajat, materiaalit ja tehtävien laatuvaatimukset ennen töiden alkua.



KUVA 1. Pohjarakennuksen työvaiheiden ajoittuminen

2.3 RATU-kortin mukaiset tehtävät

Ratu-kortistossa pohjarakennustyöt on sisällytetty Työlaji 1: Maanrakennustyöt - pääotsikon alle. Tavanomaisissa kohteissa huomioitavia alakategorioita pohjarakennusvaiheessa ovat 11: Raivaus ja purku, 12: Maankaivu, 16: Täyttö ja 17: Putkiasennus. Lisäksi pohjarakennukseen kuuluvat osiot 13: Louhinta, 14: Paa-lutus sekä 15: Maa- ja kalliovahvistus. Näitä työvaiheita pyritään välttämään kaavoittamalla tonttimaita parempilaatuisilta alueilta. Varsinaisia pohjarakennus-töitä edeltää työmaan perustaminen, mittaus ja merkinnät. Pohjatöitä seuraa anturoiden muotitus.

2.3.1 Raivaus ja purku

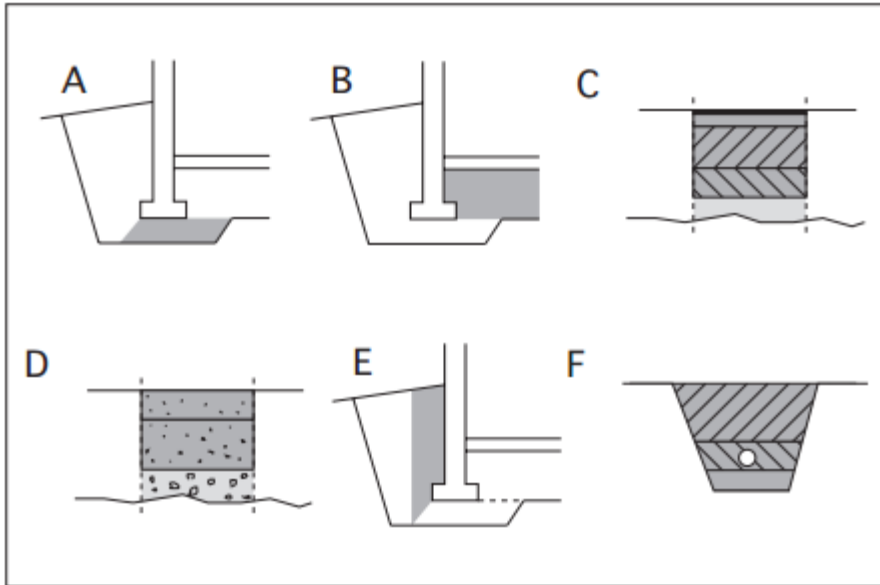
Vaikka raivaus ja purkutyöt eivät oikeastaan sovi rakennusmääräyskokoelmas-sa olevan pohjarakennusmääritelmän alle, luetaan ne kuitenkin maanrakennus-töiksi ja siksi yhdistetään pohjarakennustyövaiheeseen. Tämän työvaiheen kes-keiset tehtävät ovat kasvillisuuden raivaus, olemassa olevien rakenteiden ja säilytettävän kasvillisuuden suojaus- ja/tai siirtotoimenpiteet, poistettavien ra-kenteiden purku, hyötypuun talteenotto sekä purku- ja raivausjätteen käsittelyn ja poistamisen työmaalta. Raivaustyöt ajoittuvat heti mittausten, merkintöjen ja mahdollisten suojausten jälkeen. (4, s. 1.)

2.3.2 Maankaivu

Maankaivuun lasketaan kuuluvaksi varsinaisten kaivutöiden lisäksi kuormien poisvienti ja läjitys tontille myöhempää käyttöä varten. Kaivutöiden sujumisen kannalta on keskeistä mitoittaa kaivinkoneiden ja kuljetuskaluston määrät ja tyypit sekä huomioida eri maalajien massakertoimet. (5, s. 1-3, 13.) Maankaivutöissä tulee erottaa toisistaan alku- ja loppukaivu. Alkukaivussa häiriintymätön pohjamaa suojataan työkoneiden liikkumiselta jättämällä suojakerros (joko yleinen paksuusminimi 0,2 m tai suunnittelijan esittämä kerrosvahvuus). Loppukaivussa käytetään tasareunaista kauhaa sekä tarvittaessa lapiota. Työ tulisi suunnitella siten, että anturoiden muottityö alkaisi välittömästi loppukaivun jälkeen, sillä kaivupohjaa ei saa jättää alttiiksi sateelle. (2, s. 178.)

2.3.3 Täyttö

Kaivinkoneen/-koneiden lopetettua kaivutyöt on vuorossa luonnollisesti kaivukuopan täyttäminen. Työvaiheeseen kuuluvat seuraavat täyttötyypit: Alustäytöt perustusten (A) ja alapohjan kohdalla (B), liikennealueiden täytöt (C), liikennealueiden päällysrakenteen sitoutumattomat rakennekerrokset (D), perusmuurin vierustäytöt (E) sekä putki- ja johtokaivantojen täytöt (F) (kuva 2). Täyttötöiden kanssa limittäin tapahtuvia työvaiheita ovat putki- ja kaapeli-asennukset sekä perustustyö. (6 s. 1-2.)



KUVA 2. Täyttötöiden tyypit (6)

2.3.4 Putkiasennus

Putkiasennus pitää sisällään hulevesi- ja viemärijärjestelmien asennuksen sekä vesijohto- ja viemäriverkostoon liittymisen taajama-alueilla tai vaihtoehtoisesti haja-asutusalueilla käytettäviin pienjärjestelmiin (7, s. 1). Jäte- ja hulevedet tulee johtaa omiin viemärintiliittyksiinsä, mikäli tällaiseen on mahdollisuus. Viemärit voi yhdistää toisiinsa vain vanhoissa keskustoissa, joissa on yhä käytössä sekaviemärintiliinti. Asennustyöt tehdään LVI-suunnittelijan täydentämän asema- ja piirustuksen pohjalta. Hulevesijärjestelmään lasketaan kuuluvaksi salaoja- ja sadevesijärjestelmä. Sadevesijärjestelmän keskeisiä maanalaisia osia ovat sadevesiputket, tarkastuskaivot, sadevesikaivot ja rännikaivot. Salaojajärjestelmän vastaavat osat ovat salaojaputket, tarkistusputket ja perusvesikaivo. Mahdollisia lisäosia järjestelmiin ovat pumppaamot tai esimerkiksi tiheään asutetuissa taajamissa hulevesijärjestelmiin asennettavaksi vaaditut viivyty- ja imeytysjärjestelmät tulvahuippujen tasaamiseksi. (8, s. 19, 41.) Yksi vaihtoehto tällaisesta on alla näkyvä kiinteistön hulevesien viivyty- ja varastointisäiliö (kuva 3).



KUVA 3. Hulevesien viivytys- ja varastointisäiliö

3 POHJARAKENNUSTÖIDEN LAADUNVARMISTUS

Pohjarakennustöiden aikaisten laadunvarmistustoimenpiteiden tarkoituksena on luoda toimintaedellytykset talon muillekin rakenteille, mahdollistaa talon käytön turvallisuus ja terveellisyys, estää vauriot lähialueiden muissa rakenteissa sekä varmistaa turvallinen työskentely. (3, s. 25.)

Rakennustiedon julkaisema MaaRYL eli Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset: Talonrakennuksen maatyöt on noin parisataasivuinen, yleisesti hyväksytyjen rakennusalan teknisten vaatimuksien luettelo. Vaatimukset ovat lueteltu Talo 2000 -litteroituna rakennustarvikkeille, työn suoritukselle sekä valmiille työlle. MaaRYL on talon- ja maarakennusalan asiantuntijoiden, yritysten ja järjestöjen yhteistyönä laatima ja se sisältää vaatimukset maa-, pohja-, kallio- ja päällysrakenteisiin. MaaRYLin sisältö on jaettu rakennusosalukuihin ja työnosaluksiin. Rakennusosaluvut ohjaavat teknisten vaatimusten asettamista ja toimivat suunnittelun muistilistana. Työnosaluissa määritetään ne tekniset vaatimukset, jotka vaaditaan valmiilta rakenteelta. Tällä hetkellä laatuvaatimuksissa noudatettava asiakirja on MaaRYL 2010. (9, s. 4.) Työnjohdolle ja -tekijälle ohjeita laadunvarmistukseen työtä ennen, työn aikana sekä työn jälkeen on TaloRatun maarakennustöiden ohjekorteissa. Ohjeita pohjarakennustöiden tehtäväsuunnitelman tekoon on Talonrakennusteollisuus ry:n ja Rakennustietosäätiö RTS:n julkaisemassa Rakennustöiden laatu 2014 –julkaisussa (liite 1). Kaikki laatuun vaikuttavat asiat ja laadunvarmistuksen toimenpiteet kirjataan työmaapäiväkirjaan.

Jotta pientalon pohjatyöt voidaan varmistaa tehdyksi oikein ja tarkastukset todentaa, tulee työmaalla täyttää maankäyttö- ja rakennuslain mukaan ympäristöministeriön julkaisemaa pientalotyömaan tarkastusasiakirjaa. Asiakirja jää rakennuttajan tai myöhemmin talon uuden omistajan haltuun laatudokumentiksi. Pohjarakennustöitä koskevat osiot ovat jaettu kohtiin 8 Perustaminen ja 9 Rakennuspohjan kuivatus sekä putkitöiden osalta kohta 20 Kiinteistön vesi- ja

viemärlaitteet. (10, s. 7.) Lisäksi voidaan käyttää täydentävästi myös muita va-
paavalintaisia tarkastuslistoja (liite 2).

Rakennusten ja rakenteiden kaikkia painumia ei voida välttää kohtuullisin kus-
tannuksin. Esimerkiksi anturat tyypillinen painumamitoitus on 10 – 20 mm.
Oleellista onkin rajoittaa kohtuullisiksi kokonaispainumat ja -kallistumat sellai-
siksi, etteivät ne aiheuta haittoja rakenteille, putkijohdoille, työskentely- tai asu-
mismukavuudelle, terveellisyydelle eikä rakennuksen ulkonäölle. Asunnon ter-
veellisyys, rakenteiden kestävyys eikä asumismukavuus saa heikentyä painu-
maerojen aiheuttamien rakennemuutosten vuoksi. Ongelmia eivät aiheuta niin-
kään tasaiset painumat, vaan epätasaisesta painumasta johtuvat kallistumat ja
kulmakiertymät. Tiivistämisen tärkeyttä ei voi kuitenkaan vähätellä. Mitä suu-
rempia painumia sallitaan, sitä suurempia painumaeroja yleensä syntyy, sillä
isoon painumaan liittyy yleensä aina myös epätasaista painumista. (2, s. 39, 42,
45.)

4 TYÖNSUUNNITTELUOHJE TYÖMAAMESTARILLE

Työnjohtajien tehtävänä on muun muassa huolehdittava rakennustöiden suunnitelmien mukaisuus. Poikkeamat alkuperäisiin suunnitelmiin, kuten viemäröintilinjoin ja perustussyvyksiin ovat mahdollisia vain suunnittelijan suostumuksella. Pääsuunnittelijakaan ei voi myöntää poikkeuslupaa esimerkiksi minimikaltevuuksille eikä asemakaava-alueella rakennuksen asemointiin. Hyvällä suunnittelulla voidaan saavuttaa merkittäviä taloudellisia säästöjä. (10, s. 9-10.) Suunnittelemalla eri työvaiheiden järjestys voidaan saavuttaa säästöjä muun muassa kalustovuokrauksen kautta, mutta myös välttää valmiiden rakenneosien rikkoutuminen.

Työnjohdon (yleensä vastaava mestari) tulee huolehtia työmaan aloitusilmoituksesta, lupien ja määräysten mukaisesta rakentamisesta, puutteisiin ja virheisiin reagoinnista, katselmusten ja tarkastusten järjestämisestä ajallaan sekä siitä, että työmaalla ovat käytävissä yhtenevät ja viimeisimmät hyväksytyt suunnitelma-asiakirjat. Lisäksi työnjohtajan tulee huolehtia työmaan tarkastusasiakirjaa ajantasaisuudesta. Jotta työnjohtajalla olisi realistiset mahdollisuudet johtaa työtä ja valvoa laatua, tulee hänellä olla riittävät resurssit tehtävän hoitoon. (10 s. 9-10.)

Tavallisesti vastaavalla mestarilla on useampi pientalokohde huolehdittavana samanaikaisesti. Yleisesti ottaen työmaamestari kykenee sitä paremmin auttamaan vastaavaa mestaria, mitä enemmän hän on perehtynyt tehtäviin töihin jo etukäteen, ja näin yhdessä parantamaan rakennustyön laatua. Dokumentoimalla työtavat, olosuhteet ja mittauksen tulokset huolehditaan laadukkaasti työn tekemisen lisäksi työnjohdon oikeusturvasta.

4.1 Työvaiheiden laatuvaatimukset

Kaivukorot tulisi olla selvillä ennen töiden alkamista, sillä anturoiden alapuolinen maapohja ei saa häiriintyä. Siksi on tärkeää erottaa myös toisistaan alku- ja loppukaivu. Kaivettaessa pohjavesipinnan alapuolella, voi kaivu löyhdyttää pe-

rustuspohjan jopa useiden metrien syvyyteen. Tästä seurauksena voi olla niin kutsuttu hydraulinen murtuma, jolloin vedenpaine purkautuu kuopan pohjan kautta. Perustuksien rakentaminen pohjavesipinnan alapuolelle edellyttää siksi aina erillistä suunnitelmaa pohjavesien alentamisesta. Lisäksi suunniteltava on sadevesien työnaikainen poisjohtaminen. (10, s. 23.)

Täyttötöiden laatu voidaan varmistaa kokein lopputulosmenetelmän tai työtapa-seurantamenetelmän avulla. Lopputulosmenetelmän edellyttämät kokeet maaperän tiiveysasteesta ja kantavuudesta tarkastetaan joko laboratoriossa tai työmaalla. Maan tiivistyksessä tulee noudattaa eri maalajeille ja tiivistyskoneille laadittuja ohjearvoja. Työtapa-seurannassa tulee merkitä ylös työtavan lisäksi rakeisuus-, vesipitoisuus- ja lämpötilavaatimusten toteutumista. (11.) Taulukossa 1 on esitetty ohjearvot tiivistyskoneen ja täytemateriaalien edellyttämä vähimmäisajokertojen määrä sekä suurin kerralla tiivistettävän kerroksen paksuus. Tärkeää on myös muistaa, ettei jäänyt maapohja tiivisty. Se ei saa myöskään sisältää savea, lunta, jäätyneitä maakokkareita tai materiaaleja, puu- tai raivausjätteitä eikä jätteitä. (6, s. 4, 10.)

TAULUKKO 1. Tiivistystöiden vähimmäisvaatimukset (6)

Tiivistyskone tai -tapa	Täytemateriaali ja kerrospaksuus, m					
	Massa kN tai staattisen viivamassan suuruus kN/m	Tiivistysajokertojen vähimmäismäärä	Louhe karkea, murske, kivet	Hiekka, sora, somero ja hieno hiekka	Hiekka-moreeni, soramoreeni	Siltti, kuivakuori ja kova savi silttimoreeni
Käsijunta	0,15 kN	3	–	0,15	0,10	0,10
Konejunta	0,80 kN	3	–	0,30	0,25	0,20
Täryjunta	0,50 kN	3	–	0,30	0,25	0,20
Tärylevy	0,50 kN	4	–	0,15	–	–
	1,00 kN	4	–	0,20	0,10	–
	4,00 kN	4	0,40	0,35	0,25	0,15
Pienjyrät	5...12 kN	6	0,40	0,30	0,20	–
Traktorivetoinen täryjyrä	30 kN	6	0,70	0,40	0,30	0,20
	50 kN	6	1,00	0,55	0,45	0,30
	80 kN	6	1,20	0,60	0,50	0,35
Telaketjutraktori	100 kN	6	–	0,25	0,20	0,20
Värähtelevä 2-valssijyrä	5 kN/m	6	–	0,15	0,10	–
	20 kN/m	6	–	0,30	0,25	0,15
	30 kN/m	6	–	0,45	0,35	0,25
Staattinen 3-valssijyrä	50 kN/m	6	–	0,25	0,20	0,20
	150 kN	6	–	0,20	0,20	0,20
Kumipyöräjyrä	250 kN	6	–	0,30	0,25	0,25

Jos kaivun aikana löytyy haisevaa tai öljyistä maata, on työt keskeytettävä kunnes on selvitetty onko maa-aines pilaantunutta. Pilaantuneiden maa-ainesten käsittelyyn tarvitaan ympäristölupa. (12, s. 11.)

Tontin täyttömässä, routiminen ja liikennöinti tontilla voivat aiheuttaa painumisia rakennusten ulkopuolisella alueella käyttöönoton jälkeenkin, vaikka maaperä olisi muutoin kantavaa. Tästä johtuva viemärien painuminen aiheuttaa viemärien toimintahäiriöitä tai suoranaisia vaurioita rakenteissa. Painuvaan maahan rakennettaessa viemäri- ja vesiputkistoa tulee sille asentaa tueksi esimerkiksi lankku- tai sepeliarina ja kaivannon pohja erottaa muusta maa-aineksestä suodatinkankaalla. Alustäyttö tulee olla routimatonta koko viemärien matkalla. Tonttivesijohdossa tulee välttää ylimääräisiä liitoksia, tavallisesti liitoskappaletta käytetään vain tontin reunalla, kunnalliseen vesijohtoputkeen liityttäessä. Kaivojen ja putkien rikkoontumisen estämiseksi alku- ja vierustäytöt ei tehdä kaivinkoneella eikä täyttömaa saa sisältää kiviä tai liian karkeita rakeita. Täyttömaa putkien ympärillä tulee tiivistää huolellisesti ja varoen. (10, s. 67.)

Töiden ajoituksella tulee varmistaa se, että loppukaivun jälkeen anturoiden muottityö alkaa viivytyksettä. (RIL 207-2009, 57.)

4.2 Työvaiheissa tarvittava kalusto, työmenekit ja materiaalit

Ratun ohjekorteissa Menekit ja menetelmät on lueteltu työlajeittain käyttökelpoista kalustoa ja materiaalia sekä suuntaa-antavat työmenekit. Menekkien suhteen on hyvä muistaa, että varsinkin kaivutöiden osalta työsaavutukset ja tarkkuus vaihtelevat konekuljettajien välillä merkittävästi. Yleisesti omaksutun käytännön mukaan koneen kuljettaja antaa omat arvionsa työhön käytettävästä ajasta, joita työnjohtajan tulee verrata joko aiempiin saavutuksiin tai Ratun työmenekkeihin.

4.2.1 Raivaus ja purku

Raivaus- ja purkutöissä käyttökelpoiseksi suojaus- ja työmaan rajaustarvikkeiksi riittävät tavallisesti vanerilevyt, lankut, lippusiima sekä suoja-aita. Mittaus ja merkintä on mahdollista tehdä nauhamitan, teodoliitin, merkintänauhujen ja -sprayn avulla, mutta kaavoitetuilla alueilla tonttien rajat ovat tavallisesti merkityt. (4, s. 5.) Mikäli näin ei ole vielä tehty, on suositeltavaa olla yhteydessä kunnan mittauspalveluihin.

Varsinaisen raivaustyön työvälineiksi luetaan raivaussaha, moottorisaha, metsurinvarusteet ja kaivinkone. Syntyvän hakkuutähteen voi käsitellä esimerkiksi paalaimen, hakkurin ja kuormatraktorin avulla. Mahdollisiin purettaviin rakenteisiin tarvittava purku-, pölynhallinta- ja siivouskalusto arvioidaan tapauskohtaisesti. (4, s. 5.)

Työmenekkejä tontille ei voi arvioida pelkästään tontin koon mukaan. Kasvuston tiheys ja laatu vaikuttavat luonnollisesti paljon työhön käytettävään aikaan. Tontin ollessa pieni sekä hyötynuun määrä vähäinen on hyvä arvioida ohjekortissa (taulukko 2) esitetyn kaluston kustannustehokkuutta.

TAULUKKO 2. Työmenekit raivaukseen ja purkuun (8)

Työnosa	Työryhmä	Työmenekki
Raivattavan alueen mittaus ja merkintä	2	0,04 tth/100 m ²
Kasvillisuuden suojaus	2	
– puut		1 tth/kpl
– pensaat		1 tth/kpl
Hyötynuun korjuu ja kuljetus	Harvesteri ja kuormatraktori	
– harva		0,2 tth/100 m ²
– normaali		0,5 tth/100 m ²
– tiheä		1,3 tth/100 m ²
Kasvillisuuden kaataminen ja keruu	Metsuri	
– harva		0,1 tth/100 m ²
– normaali		0,2 tth/100 m ²
– tiheä		0,4 tth/100 m ²
Kantojen poisto	Kaivukone	0,23 tth/100 m ²
Purku		Kohdekohtainen

4.2.2 Maankaivu

Raivaustöitä varten tuotu mittauskalusto on hyvä pitää työmaalla käytettävissä myös maankaivun mittaustöitä varten. Niiden lisäksi paikalle voidaan tarvita vaaituskonetta tai tasolaseria. Nykyään kaivinkoneisiin asennettu satelliittipaikannukseen perustuvat elektroniset mittalaitteet vähentävät tarkemittausten ja merkintöjen määrää, mutta eivät poista niitä kokonaan. Kuormauksen kuorma-autoon, maansiirtoautoon tai vaikkapa traktoridumpperiin voi hoitaa varsinaista kaivutyötä tekevä kaivinkone tai tarvittaessa erillinen pyöräkuormaaja (kuva 4). (5, s. 10.)



KUVA 4. Pyöräkuormaaja ja kaivinkone

Tavanomaisten työvälineiden lisäksi voidaan tarvita erikoiskalustoa kaivannon kuivana pitämiseen tai kaivantojen tukemiseen. Tällaisia ovat esimerkiksi tyhjiöpumput, letkut ja imuputkisto sekä kaivinpaalutuskoneet, injektointikalusto, järkälejunta, pontiniskijä kaivinkoneeseen, poravaunu ja jännityskalusto. (5, s. 10.)

Maankaivun työmenekkejä ei voida ilmoittaa myöskään yksiselitteisesti tehtyä työtuntia per yksikkö –menetelmällä. Kaivutyöhön kuluvan ajan kuutiointi voidaan aloittaa Maankaivun työvuorokapasiteetti K3 –taulukon (taulukko 3) arvojen pohjalta. Avuksi tähän tarvitaan myös maalajien kaivuluokitustiedot (taulukko 4), sillä kaivuluokkatunnukset eivät aloittavalle työnjohtajalle ole tuttuja. Huomattava on, että kapasiteettiarvot pätevät rakennuksen tilavuuskaivuun ja mittatarkkuutta vaativa, esimerkiksi perusmuurin kaivamisen kapasiteetti, on noin 70 % taulukon arvoista. (5, s. 2.)

TAULUKKO 3. Maankaivun työvuorokapasiteetit (5)

Kaivuluokka	Hydraulisen kaivukoneen paino (tonnia)					
	11	14	17	21...25	30...35	
(A) E1-E3, H1, H2, K1	95	105	115	135		m ³ itd/h
	59	66	72	84		m ³ ktr/h
(B) K2 tai (A) + routaa 40 cm	85	95	105	130	160	m ³ itd/h
	65	73	81	100	123	m ³ ktr/h
(C) H3, M1, M2 tai (B) + routaa 40–50 cm		85	95	115	150	m ³ itd/h
		57	63	77	100	m ³ ktr/h
(D) M2, M3 tai (C) + routaa 50–60 cm			80	100	135	m ³ itd/h
			53	67	90	m ³ ktr/h

TAULUKKO 4. Maalajien kaivuluokitus (5)

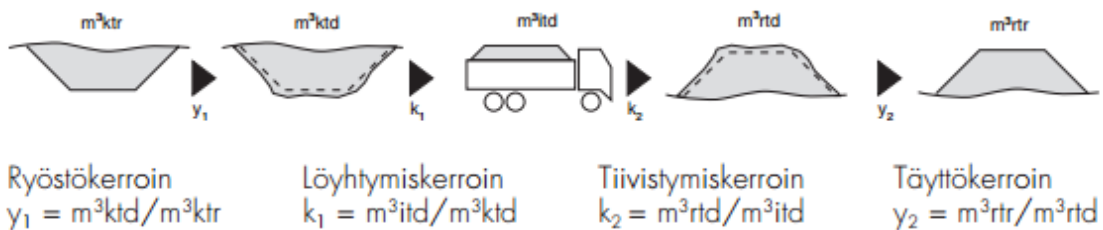
Maalajiryhmä	Kaivuluokka	Maalajit	Suhteellinen kaivuvastus
E	E1	Liejut, muta	5...15
	E2	Turpeet	10...30
	E3	Turpeet	30...40
H	H1	Savet	15...30
	H2	Siltit	20...50
	H3	Kuivakuoret	>50
K	K1	Hiekat	50...150
	K2	Sorat	50...150
	K3	Somero Kivikko	200...300 200...300
M	M1	Löyhät, kivettömät tai kiviset moreenit	150...300
	M2	Keskitiiviit, kivettömät tai kiviset moreenit	250...500
	M3	Tiiviit moreenit Runsaskiviset moreenit Lohkareiset ja runsaslohkareiset moreenit Louhikot	>450

Kuljetuskustannusten ja kaluston määrän tarpeeseen vaikuttavat auton kanta-
vuuden lisäksi maalaji, kuljetettava matka sekä työtä tahdistavan kaivinkoneen
edellä esiteltyjen taulukkojen avulla laskettu kaivukapasiteetti. Logistiikkaa
suunnittelevan työnjohtajan olisi suotavaa osata ulkoa maamassojen tilavuus-
käsitteet ja massakertoimet (taulukko 5), mutta maamassojen laskentaan on
olemassa myös tietokoneohjelmia. Teoreettinen kiintotilavuus (m³ktr) on mas-
san tilavuus teoreettisista kaivusuunnitelmista mitattuna. Kun kaivetaan vähin-

tään suunnitellun tilavuuden verran, on todellinen kiintotilavuus (m^3ktd) hieman suunniteltua suurempi. Todellisen kiintotilavuuden suhdetta teoreettiseen kuvaa ryöstökerroin. Maamassakertoimet ovat maalajikohtaisia ja niiden suuntaantavat arvot ovat esitelty taulukossa 5.. Maamassat löyhtyvät lastattaessa niitä kuljetusyksikköön, jolloin niiden tilavuus kasvaa löyhtymiskertoimen verran. Saatu tilavuus on todellinen irtotilavuus (m^3itd). Kaadettaessa kuorma haluttuun läjitysalueeseen se tiivistyy tiivistymiskertoimen k_2 verran. Tilavuus on muuttunut todelliseksi rakennetilavuudeksi (m^3rtd). Teoreettinen rakennetilavuus (m^3rtr) on massan tilavuus rakenteessa teoreettisen poikkileikkauksen mukaan. Rakennetilavuuksien välinen suhdeluku on täyttökerroin y_2 . Tilavuuskäsitteiden ja kertoimien suhteen periaate on esitelty kuvassa Massakertoimet ja tilavuuskäsitteet (Kuva 5). (5, s. 2-3.)

TAULUKKO 5. Massakertoimet (5)

Kerroin	Ryöstö- y_1	Löyhtymis- k_1	Tiivistymis- k_2	Täyttö- y_2
Savi	1,05	1,6	0,54	1
Siltti	1,05	1,5	0,64	1
Hieno hiekka	1,05	1,3		
Hiekka	1,05	1,25	0,73	0,9
Karkea hiekka	1,1	1,25	0,73	0,9
Sora	1,15	1,15	0,72	0,9
Hiekkamoreeni	1,1	1,35		



KUVA 5. Massakertoimet ja tilavuuskäsitteet (5)

Kuorma-autojen kuljetuskapasiteetin rajoittava tekijä on tilavuuden asemesta kuorman massa. Todellisesta irtotilavuudesta voidaan laskea massat tiheystietojen avulla (taulukko 6).

TAULUKKO 6. Eri maa-ainesten tiheydet (5)

Turve		1,100	ton/m ³
Multa		1,300	ton/m ³
Savi		1,500	ton/m ³
Siltti (Hiesu)		1,600	ton/m ³
Hiekka	Hieno	1,300	ton/m ³
	Karkea	1,500	ton/m ³
Sora	Hieno	1,600	ton/m ³
	Karkea	1,800	ton/m ³
Moreeni	Hieno	1,500	ton/m ³
	Karkea	1,700	ton/m ³
	Kivinen	1,900	ton/m ³
Louhe		1,800	ton/m ³
Soramurske	0...20 mm	1,550	ton/m ³
	0...35 mm	1,650	ton/m ³
	0...65 mm	1,750	ton/m ³
Kalliomurske	0...20 mm	1,500	ton/m ³
	0...35 mm	1,600	ton/m ³
	0...65 mm	1,700	ton/m ³

Läjitysalueen etäisyys työmaasta on merkityksellinen tieto logistiikan suunnitteluun. Kuorma-autojen määrä ja kaivinkoneen kaivukapasiteetti tulisi sovittaa yhteen niin, ettei mikään yksikkö joutuisi odottelemaan tarpeettoman kauan ja työ sujuisi jouhevasti. Laskennallisia kuljetusaikoja eripituisille matkoille on taulukossa 7. Taulukon ajat ovat niin kutsuttuja T3-työvuoroaikoja. Työvuoroaikoja ja –kapasiteetteja (K3) käytetään työsuunnittelussa. Ne eivät ota huomioon työolosuhteiden, huonojen työsuunnittelun sekä työjärjestelyjen haittavaikutuksia. Siksi kustannuslaskennassa käytössä olevat menekkitiedot ovat K4 ja T4. Ne saadaan kertomalla työvuorotiedot lisäaikakertoimella TL3. Maankaivussa TL3 on suuruusluokaltaan 1,1 – 1,4. (5, s. 2.)

TAULUKKO 7. Kuorma-auton keikka-ajat (5)

Matka km (yhteen suuntaan)	Keikka-aika min	Kuormaa/h
0...3	9...16	5
3...6	18...22	3
6...10	24...30	2
10...15	33...41	2
15...20	43...51	1
20...25	53...61	1
> 25	+ 2 min/km	

4.2.3 Täyttö

Tavanomaista kalustoa siirtoihin ja maan tasaukseen on lapio, pyöräkuormain, kaivinkone ja traktorikaivuri. Ratun ohjekortti antaa vaihtoehtoiksi myös kottikärryt, kurottajan sekä nosturin ja nostoastian. Tärylevy, täryjyrä tai valssiyrä riittää tiivistyskalustoksi vesiletkun ollessa hyvänä lisänä. Kaivinkoneiden lisälaitteiksi on myös saatavilla erikokoisia ja –tehoisia tärylevyjä. (6, s. 8.)

Täyttötöihin tarvitaan useaa erilaista maa-ainesta. Yhden alueen esimerkkitoimittajan hintatietoja (liite 3) ei voi käyttää edes alustavan kustannusarvion pohjana, sillä alueelliset erot saatavuudessa ja hinnassa vaihtelevat paljon. Myös kuljetusmatkan pituus vaikuttaa tuodun maa-aineksen hintaan ja kalustontarpeeseen kaivutöiden tapaan. Työvaiheessa tarvitaan lisäksi suodatin- eli kuitukangasta esimerkiksi salaojasoran ja ympäröivän maa-aineksen sekoittumisen estämiseksi.

Täyttötöiden työajat ovat kaivutöitä helpommat laskea suunnitelmista, sillä menekkitiedot ovat merkitty rakenneteoreettisina kuutiometreinä. Ratun ohjekorttien mukainen työryhmä on 1 työntekijä sekä työkone kuljettajineen. Täyttötöiden TL3-lisäaikakerroin on 1,1 – 1,4 ja sen suuruuteen vaikuttaa täyttömateriaalin tuontinopeus työmaalle ja työmaalla kasasta täyttökohteeseen, työkoneen ulottuvuus eli sen siirtotarve, tiivistysten tarve, kohteen muoto sekä työkoneen tyyppi. Nosturin tai kurottajan työsaavutus täyttötöissä on taulukkoarvoja (taulukko 8) hitaampaa. Tiivistystarve on määritelty taulukossa 1. (6, s. 3-4.)

TAULUKKO 8. Täyttötöiden työmenekit (6)

Työnosa	Työryhmä	Työmenekki
Kuitukankaan asennus	1	0,004 tth / m ²
Perustusten alustäyttö ja tiivistys	1	0,063 tth / m ³ rtr
	kone	0,063 kone-h / m ³ rtr
Perusmuurin vierustäyttö ja tiivistys	1	0,058 tth / m ³ rtr
	kone	0,058 kone-h / m ³ rtr
Alapohjan alustäyttö ja tiivistys	1	0,061 tth / m ³ rtr
	kone	0,061 kone-h / m ³ rtr
Kanaalien alustäyttö ja tiivistys	1	0,040 tth / m ³ rtr
	kone	0,040 kone-h / m ³ rtr
Täyttö rakennusalueella	1	0,022 tth / m ³ rtr
	kone	0,022 kone-h / m ³ rtr
Liikennealueiden rakennekerrokset ja tiivistys	1	0,038 tth / m ³ rtr
	kone	0,038 kone-h / m ³ rtr
Tiivistys tärylevyllä, 3...4 ajokertaa	1	0,050 tth / m ²

4.2.4 Putkiasennus

Putkiasennuksen keskeiset materiaalit ovat salaojaputket, muoviputket, betoni-putket, kaivot, arina-, tasauskerros- ja täyttömateriaalit ja lämmöneristeet. Kuvassa 6 näkyy kaivonosa, perusvesikaivo, oransseja viemäriputkia, mustavihreitä sadevesiputkia sekä harmaa sähkökaapelin suojaputkirulla. Putkiasennus liittyy täyttötöiden kanssa työvaiheen aikana, jolloin niiden materiaalit ja kalusto ovat pitkälti yhtenevät. (7, s. 6.)



KUVA 6. Putkitarvikkeita

Putkiasennuksessa suurin kaluston tarve syntyy painavien tarvikkeiden nostoista. Niiden nostoon on vaikkapa paikalla oleva kaivinkone, traktorikaivuri tai kuorma-auto puominostimineen erittäin käyttökelpoinen. Nostoissa on oltava nostoliinat, -ketjut tai -raksit. Putkien liittämiseksi voidaan käyttää käsityökalujen, rautakangen ja lapion apua. Silikonipitoiset liukuaineet helpottavat muhviliihtoksia ja suojaavat tiivisteitä. Putkien kaadot tehdään nykypäivänä pääosin kaivinkoneen elektronisten mittalaitteiden avulla, mutta ne voidaan tarkistaa putki-, taso- tai kallistuslaserilla, vaaituskojeella tai vatupassilla. Hitsausliitoksiin tarvitaan hitsausvirtalähde varusteineen ja jatkojohtoineen, teräsharpa, kuona- ja tavallinen vasara, käsitaltta, hiomakone sekä hitsimitta. Tavanomaisen kohteen muovisten putkitarvikkeiden asennus on suhteellisen nopea työvaihe (taulukko 9), mikäli kaivutyö ei viivytä sitä. (7, s. 6.)

TAULUKKO 9. Putkiasennusmenekkejä (7)

Työnosa	Työryhmä	Työmenekki
Salaojitus	2	0,10 tth / m
Viemäröinti	2	
- muoviputki, halkaisija ≤ 300 mm		0,15 tth / m
- muoviputki, halkaisija > 300 mm		0,26 tth / m
Kaivojen asennus	2	
- muovikaivo		1 tth / kpl
- betoninen kaivonrengas		1 tth / kpl
Lämpökanavien rakentaminen	2	0,50 tth / m
Kaapelikourujen asennus	1	0,05 tth / m
Rumpujen teko	2	
- muoviputki		0,12 tth / m

4.3 Työturvallisuuden varmistaminen

Turvallisen työskentelyn lähtökohtana on huolella tehty työmaan työturvallisuussuunnitelma. Työ tulee pystyä tekemään turvallisesti, lakien ja asetusten mukaan. Työntekijöiden tulee olla perehdytetyt kohteeseen sekä heidän tulee kyetä tekemään työ kokemuksensa ja koulutuksensa perusteella. Työ ei saa aiheuttaa merkittävää haittaa ympäristölle, ihmisille tai rakennuksille. Päätönteuttajan on huolehdittava työmaan yleisjohdosta, eri osapuolten välisestä yhteistoiminnasta ja tiedon välittämisestä, töiden ja työmaa-alueen suunnittelusta niin, että ne mahdollistavat yhdessä turvallisen työskentelyn. Riskinkartoituksella selvitetään kyseisen työmaan haitta- ja vaaratekijät eri työvaiheissa. Niihin mietitään varautumistoimenpiteet sen mukaan, mitkä ovat riskin seuraukset ja todennäköisyys. (5, s. 10-12.)

Työtä ei tule teettää, mikäli sen arviointiluku riskienarviointitaulukossa (taulukko 10) on enemmän kuin 2. Mikäli työn riskiä ei voida poistaa kokonaan, sitä lähde-tään vähentämään seurauksien ja/tai todennäköisyyden pienentämisen kautta. Valittuun ratkaisuun vaikuttavat turvallisuustason kasvu, vaikutusten laajuus, vaatimusten täytyminen, toiminnan sujuvuuden lisääntyminen ja ratkaisun kustannustehokkuus. (13.)

TAULUKKO 10. Kolmiportainen riskitaulukko (13)

Todennäköisyys	Seuraukset		
	Vähäiset	Haitalliset	Vakavat
Epätodennäköinen	1 Merkityksetön riski	2 Vähäinen riski	3 Kohtalainen riski
Mahdollinen	2 Vähäinen riski	3 Kohtalainen riski	4 Merkittävä riski
Todennäköinen	3 Kohtalainen riski	4 Merkittävä riski	5 Sietämätön riski

Työmaan turvallisuussuunnitelman merkitys jää olemattomaksi, mikäli sen noudattamista ei edellytetä kaikilta työntekijöiltä eikä noudattamista seurata jatkuvasti. Työntekijöiden tulee käyttää henkilökohtaisia suojavälineitä kaikkien työvaiheiden ajan. Työntekijällä on myös havaitessaan ilmoitus- ja mahdollisuuksiensa mukaan vaaran poistovelvollisuus. Raivaus- ja purkutöissä on varmistettava se, ettei alueella ole jännitteellisiä tai paineellisia putkia ja kaapeleita. Mikäli raivaustöiden aikana tontilla työskentelee useampi henkilö samanaikaisesti, on varmistettava, että kuulonsuojauksesta huolimatta heillä on välitön yhteys toisiinsa vaarasta varoittamisen vuoksi. (4, s. 6-7.)

Maankaivu- ja täyttötöiden aikana varmistetaan, ettei kaivukuoppaan pääse puutoamaan mitään, varsinkaan silloin, kun kaivannossa esimerkiksi asennetaan putkilinjoja (Kuva 7).



KUVA 7. Putkiasennus

Kaivinkone lajittelee suurimmat kivet kaivukasan taakse kuoppaan nähden, mikäli maita ei lastata välittömästi niitä kuljettavaan yksikköön. Samoin kaivannon seinissä näkyvät suuremmat kivet tulee poistaa. Kuopan reunan ja läjityskasan väliin tulee jäädä riittävä suojaetäisyys, joka riippuu maalajeista sekä kuopan syvyydestä. Kaivukuoppa tulee peittää mahdollisimman pian sortumien ja ulkopuolisten henkilöiden varalta. Koneenkuljettaja ei saa poistua ohjaamosta, mikäli montussa työskennellään. Täryttimellä ei saa ajaa liian jyrkässä rinteessä tai lähellä kaivannon tukirakenteita. (6, s. 9.) Lainsäädäntö asettaa myös rajat tärinälle, joita tulee noudattaa (taulukko 11). Käsitärinällä tarkoitetaan työntekijään käsiin tai käsivarsiin välittyvää tärinää, joka on vahingollista erityisesti käsi- en verenkierrolle, tuki- ja liikuntaelimille tai hermostolle. Kehotärinällä tarkoitetaan tärinää, joka välittyy työntekijän koko kehoon ja aiheuttaa erityisesti alaselän sairauksia tai selkärangan vammoja. (11.)

TAULUKKO 11. Tärinälle altistumisen raja-arvot (11)

	Käsitärinä	Kehotärinä
Toiminta-arvo (8 tuntia)	2,5 m/s ²	0,5 m/s ²
Raja-arvo (8 tuntia)	5,0 m/s ²	1,15 m/s ²

Putkiasennustöissä merkittävimmän riskin aiheuttavat kaivantotyöskentely sekä nostotyöt. Nostoissa on varmistettava nostavan kaluston nostosäde ja -kapasiteetti, nostettavan kohteen nostopisteet sekä nostoapuvälineiden, esimerkiksi liinojen, kantavuus ja kunto. (7, s. 7.)

4.4 Laadunvarmistus

Työnaikainen laadunvarmistus pohjatöissä aloitetaan aloituspalaverilla. Palaverissa käydään läpi aikataulu välitavoitteineen, resurssien saatavuudet, suunnitelmat, laatuvaatimukset sekä työturvallisuusasiat. Aloituspalaverissa on myös varmistettava, että kaikilla osapuolilla on käytössään viimeisimmät työpiirustukset ja –suunnitelmat. Kaikissa pohjarakennuksen työvaiheissa laatua seurataan tarkistusmittauksin. Koneita käyttävissä työvaiheissa varmistetaan, ettei niistä pääse vuotamaan mitään kemikaaleja maaperään. Työvaiheiden tulokset voidaan tarkastaa yhdessä suunnittelijan, valvojan ja toteuttajan kanssa. Mikäli näin ei päädytä tekemään, on vähintään tehtävä pöytäkirjat seurantamittauksista, kokeista sekä toteumapiirustuksista. (5, s. 11-12.)

Tarkastuksista vastaavana henkilönä suositellaan kuitenkin käytettäväksi yleisesti rakennesuunnittelijaa ja putkiasennusten osalta LVI-suunnittelijaa. Pohjarakennustöihin liittyvä tarkastuslista alkaa julkaisussa Pientalon valvonta ja tarkastusasiakirja (14. painos) sivulta 97 (Liite 4). Tarkastuslistaan merkitään rasti laatikon kohdalle tarkastuksen jälkeen, sekä päivämäärä ja tarkastajan nimikirjaimet laatikon viereen. Koko työvaiheen valmistuttua tarkastaja allekirjoituksellaan vahvistaa työn tarkastetuksi. Tarkastuskohdat ja työvaiheet, jotka eivät sisälly kyseessä olevaan hankkeeseen, vedetään tarkastusasiakirjasta yli. Huomattava on, että tarkastusasiakirjassa esitellyt työvaiheet ovat yleisiä ja eivät

sisällä kohteiden erityispiirteitä. Työn suorittajien ja hankkeen asiantuntijoiden tulee miettiä keinot etukäteen niiden tarkastamiseksi. (10, s. 94.)

4.5 Liittymien rakentaminen osana pohjarakentamista

Pihaliittymien rakentaminen on helpointa hoitaa kaivu- ja täyttötöiden yhteydessä kaluston ollessa valmiiksi paikalla. Suunnitelmapiirustuksissa on detaljit liittymien rakennekerroksille. Liittymien kohdalla on huomioitava muuta piha- aluetta paremmin roudan vaikutukset, sillä se pidetään läpi talven lumettomana. Routakohoumat särkevät helposti kestopäällysteen ja nostavat kiveykseen pykälää. Routanousujen haittavaikutuksia pyritään lieventämään poistamalla lohka- reet, ja siirtymällä paksummasta päällysrakenteesta ohueen kiilamaisesti, pykä- liä välttämällä. Samoin routasuojasta ei tule lopettaa esimerkiksi autotallin edus- talla yllättäen vaan ohentamalla eristekerrosta asteittain. Maanpinnan kalliste- luilla estetään sade- ja sulamisveden jääminen paikoilleen ja ohjataan vedet haluttuihin purkukohtiin. Liikennealueilla, käytävillä ja pysäköintialueilla tavoitel- tu minimikaltevuus on noin kaksi prosenttia. Loivemmissa kaltevuuksissa työvir- heet ja pienetkin jälkipainumat korostuvat. (2, s. 126, 160, 163.)

4.6 Perustustöiden mestan toimivuuden varmistus

Jotta perustustyöt voitaisiin aloittaa heti alustäyttökerrosten valmistuttua, on työnjohtajan varmistettava tehtävän aloitusedellytykset hyvissä ajoin ennen töi- den alkua. Uuden työvaiheen alkaessa mestan tulee olla siivottu tarpeettomista esteistä (roskat, ylimääräinen kalusto) ja alustäytöt tiivistetyt. Suositeltavaa olisi merkitä perustusten paikat ennen muottien rakentajien tuloa, erityisesti silloin, kun perustustyö teetetään erillisenä urakkana. Muita varmistettavia asioita ovat piirustukset, materiaalit ja elementit, työntekijät, kalusto ja olosuhteet.

5 OHJEEN SOVELLUTUS ESIMERKKIKOHOITESSA

5.1 Kohdetiedot

Esimerkkikohde on Oulussa sijaitsevalle, uudelle asuinalueelle rakennettava pienehkö omakotitalo. Tontin koko on noin 1 150 m² ja se sijaitsee kivikkoisella moreenikumulla. Tontilla kasvaa muutamaa puuta lukuun ottamatta lähinnä pientä taimistoa. Tontille tehdään matalaperustus.

Alkutilanteessa tonttien rajat ovat merkitty. Kunnalliset liittymät ovat valmiina tontin reunalla.

Tehtävän sisältönä on tontin raivaus, maankaivu ja –kuljetus, putkiasennus sekä alustäytöt. Ensiksi alueella olevat hyötypuut kaadetaan ja kerätään pois-vietäväksi. Myös muu kasvillisuus kaadetaan ja viedään pois. Maa kaivetaan pohjakorkoon suojakerrosvaralla. Työn aikana esiin nousevat kivilohkareet ja kannot kerätään erillisiin kasoihin, josta ne lastataan edelleen kuorma-auton lavalle. Kuorma-auto kuljettaa kivet maankeräyspaikalle ja kannot yms. haketettavaksi kaupungin ylläpitämälle tilapäiselle hakitusalueelle. Ylimääräinen maaines viedään kaupungin osoittamalle läjitysalueelle. Salaojaputket sekä kaivot kaivetaan korkeusasemaansa. Salaojaputket ympäröidään suodatinkankaalla, joka täytetään salaojasoralla. Viemärit asennetaan suunnitelmien mukaisille linjoille. Häiriintymätön pohjamaa talon alla leikataan siten, että se kallistuu talojen keskikohdista poispäin 1:50. Tehdään alustäytöt

Lopputilanteessa maanalaiset kuivatus-, vesi- ja viemärijärjestelmät on asennettu. Putkien päät on tulpattu ja ne nousevat esiin piirustusten mukaisesta kohdasta lopullisilla paikoillaan. Maat on tiivistetty ja työmaa on valmis perustusten tekoon.

5.2 Aikataulu

Työvaiheiden arvioidut kestot työvuoroina on esitetty kuvassa 8.

	työvuorot																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
raivaus	■	■																							
pintamaan poisto			■	■																					
paikan merkitseminen					■																				
tien tekeminen					■	■	■																		
maankaivu						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
täytöt, salaojat, kaivot, sadevesiputkitukset																		■	■	■	■	■	■	■	■
liittymät																						■	■	■	■
perustukset																									■

KUVA 8. Pohjatöiden aikataulu (13)

5.3 Laatuvaatimukset

Kaivutöiden aikana on tarkkailtava maa-aineksen laatua: Jos kaivun aikana löydyttyä haisevaa tai öljyistä maata, on työt keskeytettävä ja selvitettävä, onko maa-aines pilaantunutta. Loppukaivu on suoritettava vasta, kun kaivualueella ei tarvitse enää liikkua koneilla. Pohjamaa ei saa häiriintyä kaivun aikana. Lohkareet ja kivet on poistettu talon alapuoliselta alueelta. Työnaikainen sadevesien poistojohtaminen on suunniteltu ja toteutettu suunnitelmien mukaisesti. Kaivantojen sortumattomuus on varmistettu tukiseinien ja/tai maa-ainesten perusteella valittujen luiskakaltevuuksien avulla.

Täyttötöiden laatu on todettu vähintään työtapamenetelmän avulla, ohjearvotaulukon (taulukko 1) vaatimuksia noudattaen. Tiivistettävä maapohja ei sisällä jäätä, lunta, savea eloperäistä maa-ainesta eikä jätteitä. Käytetyt maa-ainekset ovat todettu rakeisuuskäyristä sopiviksi. Täyttötöiden laajuus ja tiiveys ovat suunnitelmien mukaisia.

Viemärin alustäyttö on routimatonta eikä se sisällä kiviä. Tonttivesijohdossa on liitos vain tontin rajalla. Lisäksi se kulkee routarajan alapuolella sekä talon alla suojaputkessa. Rakennuksen alapuolinen salaojituskerros on suorassa yhteydessä ulkopuoliseen salaojitukseen. Salaojaputken yläreuna on vähintään 0,4 m suunnitellun lattiapinnan yläpuolella, niiden alla ja sivuilla oleva salaojakerros on vähintään 0,1 m sekä päällä 0,2 m. Viemäriputkien kaadot ovat purkusuuntaan nähden vähintään 1 %. Tarkastuskaivot ja –putket ovat näkyvissä.

Töiden ajoituksella tulee varmistaa se, että loppukaivun jälkeen anturoiden muottityö alkaa viivytyksettä. Töiden teknisen laadun vaatimukset ja toleranssit ovat MaaRYL 2010:ssä ja RunkoRYL 2010:ssä.

5.4 Koneet, kalusto, työvälineet

Työssä tarvitaan seuraavia työvälineitä: rautalapio, vedenpitävä tussi, vesivaaka, tasolaser, puukko ja käsisaha. Työvaiheeseen tarvittavat koneet ovat telalustainen kaivinkone sekä tärylevy. Kaivinkonetta käytetään myös nosto- ja siirtokalustona kuorma-auton lisäksi.

5.5 Työturvallisuus

Työmaasta on laadittu työturvallisuussuunnitelma, jota noudattamista valvotaan. Suunnitelmassa on nimetty työturvallisuuden vastuuhenkilöt työnjohtajista työsuojelupäällikköön. Työmaan kaikki työntekijät tulee olla perehdytetyt kohteeseen. Perehdytys dokumentoidaan kirjallisesti mallipohjan (Liite 5) mukaisesti. Työmaalla suoritetaan viikoittain MVR-mittaus. Työmaan haittavaikutuksia ympäristöön arvioidaan säännöllisesti sekä niihin puututaan tarvittaessa. Kohteen vastaava mestari huolehtii eri osapuolten välisen tiedonkulun järjestämisestä.

Tehtävän riskikartoituksessa ovat nousseet esiin seuraavat riskit:

- koneiden työskentely samanaikaisesti kohteessa työntekijöiden kanssa
- kaivannot
- työkohteessa tehtävät nosto/lastaustyöt.

Työturvallisuutta edistetään henkilökohtaisilla suojaimilla sekä erilaisilla suojaustoimenpiteillä. Työmaalla liikuttaessa on aina käytettävä seuraavia henkilökohtaisia suojavälineitä: Suojakypärä, suojalasit, heijastava suojavaatetus, suojakäsineet, turvajalkineet naulanastumissuojalla. Lisäksi tehtävästä riippuen on käytettävä hengityssuojainta sekä kuulonsuojausta aina, kun melutaso ylittää 85 dB. Jokainen työntekijä on velvollinen ilmoittamaan havaitsemastaan turvallisuuspuutteesta tai mahdollisuuksien mukaan poistamaan sen. Työntekijät huo-

lehtivat omalta osaltaan työpisteidensä siisteydestä sekä työkalujen ja rakennustarvikkeiden asianmukaisesta säilyttämisestä. Työntekijöiden on kiinnitettävä erityistä huomiota siihen, ettei oma työ aiheuta vaaraa muille työntekijöille tai työn vaikutuspiirissä oleville. Työmaalla on oltava kemikaalien käyttöturvallisuustiedote päivitettyinä.

Kaivannon seinistä poistetaan suuremmat kivet. Kaivukuoppaa ei pidetä auki pidempään kuin tarpeellista. Koneenkuljettaja poistu ohjaamosta, mikäli mon- tussa työskennellään. Ajokohteen turvallisuus arvioidaan aina ennen tiivistys- työn aloittamista uudessa kohdassa.

5.6 Laadunvarmistus

Aloituspalaverissa käydään läpi pohjatöiden tehtäväsuunnitelma ja työmaan yleispiirteet. Mallityönä toteutetaan putkilinjasto liittymäalueelta perusvesikaivol- le. Koneiden kunto tarkastetaan huoltotoimenpiteiden yhteydessä. Konekuljetta- ja varmistaa töiden alkaessa koneensa virheettömän toiminnan. Putkien ja kai- vojen asennustyössä tarkemmitataan korko, sijainti sekä mahdolliset kaadot.

Laadunvarmistustoimenpiteinä tulee tarkistaa seuraavat asiat:

- piirustukset ja suunnitelmat, työselostukset, materiaalivalmistajien ohjeet
- työntekijöiden suojavarusteet, työhönopastus, ensiapuvälineiden sijainti
- kalusto: kuorma-autot, kaivinkone
- materiaalit ja niiden saatavuus
- olosuhteet: tiivistettävä maa ei ole jäässä, työn aikaiset sade-ennusteet.

Työn ohella täytetään pientalotyömaan tarkastusasiakirjaa. Työn ohjauspalave- rit pidetään välittömästi paikan päällä, mikäli työssä havaitaan joko virheellinen toimintatapa tai tapa, jota olisi hyvä kehittää. Työvaiheen suunnitelmat käydään läpi yhdessä työntekijöiden kanssa aloituspalaverin yhteydessä.

5.7 Potentiaalisten ongelmien analyysi

Työnaikaisiin ongelmiin pyritään etukäteen varautumaan laatimalla potentiaalis- ten ongelmien analyysitaulukko (taulukko 12). Ongelmat jaetaan toiminnallisiin,

teknisiin ja hankinnallisiin ongelmiin. Jokaiselle ongelmalle mietitään sopiva hälytin sekä korjauskeino. Kuitenkin tärkeintä on löytää tapa, jolla estetään ongelman syntyminen.

TAULUKKO 12. Potentiaalisten ongelmien analyysi

Ongelma	Hälytin	Torjunta	Korjauskeino
Toiminnalliset ongelmat			
- Turvallisuusrisikit	- Työntekijät eivät käytä henk.koht. suojavarusteita - Työkoneet liikkuvat/toimivat julkisella tiellä	Perehdytetään työntekijät kohteeseen ja muistutetaan turvallisuusvaatimuksista	Työnjohto huomauttaa välittömästi havaitessaan puutteita työturvallisuudessa.
- Materiaalien vaurioituminen työmaalla	Epäsiisti työmaa - Puutteellinen suojaus	Materiaalien varastointipaikan huolellinen valinta	Rikkoutuneet materiaalit laskeetaan, ja tilataan uudet tilalle.
Tekniset ongelmat			
- Kaivukuopan huono kunto	Huono maapohja, kaivutyöt tehty reilusti etuajassa. Rankka sade kuopan ollessa auki.	Tarvittaessa tuennat Alustan riittävä täyttö ja tiivistys Kuopan kaivu riittävän myöhään	Tuetaan/Luiskataan seinämät ja poistetaan huono aine kuopasta.
- Putkien, kaivojen tai kaivun väärä korko/kaadot	Optisia mittalaitteita on liikuttettu/häiritty päivän aikana	Työntekijät ottavat tarkistusmittoja työn edetessä Tasolaserin sijoitus riittävän havaittavalle paikalle, mutta ei kulkulinjoille, putkikaatojen tarkistus lisäksi vesivaa'an avulla.	Tarkistetaan virheen sijainti ja laajuus työntekijöiden kanssa sekä korjataan se. Työ teetetään uudelleen.
Hankinnan			

ongelmat			
Putkitarvikkeiden saatavuusongelmat	Materiaalit tarkoitus hakea vasta, kun niitä tarvitaan	Putkimateriaalit otetaan hyvissä ajoin työmaalle ja varastoidaan huolellisesti.	Putkitarvikkeiden tarkastus 3 vrk ennen asennustyötä. Ilmoitetaan puutteista välittömästi havaitsemisen jälkeen. Käytetään toista toimittajaa.
Täyttömaiden saatavuusongelmat	Saatavuuden varmistukset tekemättä	Täyttömaat otetaan luotettavalta toimittajalta.	

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä toimiva opas pohjatöihin valmistautuvalle aloittelevalle työnjohtajalle. Ohjeessa pyritään antamaan nykykäytäntöjä ja määräyksiä noudattava perehdytys työvaiheisiin, niiden keskinäiseen suorittamisjärjestykseen ja laadunvalvontaan, turvalliseen työskentelyyn sekä työvaiheeseen tarvittaviin resursseihin. Työssä on mukana myös suunnitelma esimerkkikohteeseen, johon ohjetta on sovellettu. Tähän tapaan ohje on sovellettavissa myös muihin kohteisiin.

Työnjohtajalle voi tulla yllätyksenä suuri määrä vaadittavia laadunvarmistuksen dokumentointeja sekä eri teoksissa olevia ohjeita ja määräyksiä. Maankaivun moniulotteiset kaivu- ja täyttömenekit eivät myöskään välttämättä aukea heti ensilukemalla Ratun korteista. Tässä oppaassa menekit on pyritty selittämään ja tuomaan kaikki tiedot laadunvarmistuksen asiakirjoista samaan yhteyteen.

Yleisesti pohjatöissä ongelmaksi voi muodostua se, etteivät pintakerroksen alta löytyneet kerrokset vastaa pohjatutkimuksissa esitettyä. Tontilla esiintyvä paikallinen vaihtelu ja vähäinen kairausten määrä voi olla yksi syy siihen. Tällöin on sovittava rakennesuunnittelijan kanssa ratkaisu, joka voi sekä tuoda lisä kustannuksia, että aikatauluviivytyksiä, jotka aiheuttavat myöhemmissä vaiheissa ongelmia. Tämänkin vuoksi työnjohdon olisi syytä käydä kohteessa myös kaivutöiden aikana ja olla välittömästi yhteydessä suunnittelijaan ongelmien ilmaantua.

Rakennusmääräykset, -tavat ja varsinkin kalusto uusiutuvat jatkuvasti, joten tätä ohjetta tulee lukea kriittisesti julkaisuajankohta huomioiden. Tosin vanhemmista pohjarakennusta käsittelevistä kirjoista oli suhteellisen selkeästi havaittavissa osuus, jotka eivät ole enää tätä päivää. Esimerkiksi kaivinkoneiden mittaus-elektroniikka ja kauhojen nopea vaihtomahdollisuus ovat poistaneet lapiolla tehtävän kaivutyön lähes kokonaan. Myöskään oppaassa esitellyt käytännöt eivät ole ainoita mahdollisia tapoja työn toteuttamiseen.

Työn tuloksena saatiin suhteellisen kattava, mutta vielä nopeasti luettavissa oleva opas pohjarakennustöihin, joka toivottavasti on avuksi uuden tehtävän edessä olevalle työnjohtajalle. Oppaan ulkoa osaaminenkaan ei kuitenkaan vähennä tarvetta alustaville neuvotteluille työn suorittajien kanssa, sillä usein kokeneilta työntekijöiltä saa käyttökelpoisia ja etuja tuovia ehdotuksia liittyen työn toteuttamiseen.

LÄHTEET

1. Rantamäki, Martti – Tammirinne, Markku 2002. Pohjarakennus. Hämeenlinna: Otatieto Oy.
2. Jääskeläinen, Raimo 2009. Pohjarakennuksen perusteet. Jyväskylä: Tammermekniikka / AMK-kustannus Oy.
3. Pohjarakenteet – Määräykset ja ohjeet. 2003 Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/17075-B3s.pdf>. Hakupäivä: 24.4.2014.
4. Palolahti, Tuomas – Olenius, Auli 2002. Raivaus ja purku. Menekit ja menetelmät. Saatavissa: <https://www-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/bin/get/id/5guoZSZP2%3A%2447%24R0247%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv061EEO%3AE4-4010-40110100-40110102-RTU8561/R0247.pdf> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 30.4.2014.
5. Palolahti, Tuomas – Olenius, Auli 2003. Maankaivu. Menekit ja menetelmät. Saatavissa: <https://www-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/bin/get/id/5guoZSZP2%3A%2447%24R0248%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv061EEO%3AE4-4010-40110100-40110103-RTU8616/R0248.pdf> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 30.4.2014.
6. Palolahti, Tuomas – Olenius, Auli 2003. Täyttö. Menekit ja menetelmät. Saatavissa: <https://www-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/bin/get/id/5guoZSZP2%3A%2447%24R0252%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv061EEO%3AE4-4010-40110100-40110107-RTU8620/R0252.pdf> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 30.4.2014.

7. Palolahti, Tuomas – Olenius, Auli 2003. Putkiasennus. Menekit ja menetelmät. Saatavissa: <https://www-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/bin/get/id/5guoZSZP2%3A%2447%24R0253%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv061EEO%3AE4-4010-40110100-40110108-RTU8621/R0253.pdf> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 30.4.2014.
8. Hulevesiopas. 2012 Suomen kuntaliitto. Saatavissa: <http://shop.kunnat.net/download.php?filename=uploads/hulevesiopas-2012.pdf>. Hakupäivä: 22.7.2014.
9. MaaRYL 2010. 2010 Rakennustieto Oy. Helsinki: Rakennustieto Oy.
10. Ympäristöministeriö 2013. Pientalotyömaan valvonta ja tarkastusasiakirja. Helsinki: Rakennustieto Oy.
11. Laitinen, Tuomas – Törnqvist, Jouko 2014. Maantiivistäminen talonrakentamisessa. Saatavissa: <http://www.rakennuskone.fi/maantiivistamisessa>. Hakupäivä 4.8.2014.
12. Palolahti, Tuomas 2010. Pientalon maarakennustyöt. Saatavissa: http://www.infrary.fi/files/3305_Pientalon_maarakennustyot.pdf. Hakupäivä 26.4.2014.
13. Vaaratekijöiden tunnistaminen ja riskien arviointi. 2013 Työturvallisuuskeskus. Saatavissa: http://www.tyoturva.fi/tyosuojelu/vaaratekijoiden_tunnistaminen_ja_riskien_arviointi. Hakupäivä 15.7.2014.
14. Soraa ja hiekkaa verkkokaupasta. 2013 Rudus. Saatavissa: <http://www.rudus.fi/tuotteet/kiviainekset>. Hakupäivä 11.8.2014.
15. Työmaahan perehdyttäminen. 2005 Työsuojeluhallinto. Saatavissa: <http://www.tyosuojelu.fi/fi/forward/file/480>. Hakupäivä 24.8.2014.

2 Maarakentaminen

- 22 **Maarakentaminen**
 - raivaus ja purku
 - maankaivu
 - maa- ja kalliovahvistus
 - putket, salaojat
 - täyttö
- 23 **Kalliorakentaminen**
 - louhinta
- 24 **Pohjarakentaminen**
 - paalutus

Sisältö

Maarakentaminen käsittää rakennuksen ja alueen maa- ja pohjarakentamisen työlajit. Kukin työlaji sisältää kaikki työkunnan tekemät työt.

Työ

Maarakentamisen työt tehdään ammattitaitoisesti ja oikein ajoitettuna suunnitellun aikataulun mukaisesti ottaen huomioon edeltävät ja seuraavat työvaiheet. Työ tehdään työ- ja ympäristöturvallisuusmääräyksiä ja työkohtaisia ohjeita noudattaen.

Laatu

Maarakentamisen töiden laatu-, turvallisuus- ja ympäristövaatimusten täytyminen varmistetaan työnaikaisilla laadunvarmistustoimilla. Laatuvaatimukset selvitetään ja käydään läpi ennen työn aloitusta ja laatuvaatimusten toteutumista seurataan työn aikana. Poikkeamat korjataan välittömästi.

Työn tulee täyttää sille sopimusasiakirjoissa asetetut vaatimukset. Työ tehdään käyttäen sopivia koneita sekä laadultaan käyttökelpoisia ja yhteensopivia materiaaleja.

Lisätietoa maarakentamisen

Talo-Ratu -korteista

Ratu 11-0247 Raivaus ja purku

Ratu 12-0248 Maankaivu

Ratu 13-0249 Louhinta

Ratu 14-0250 Paalutus

Ratu 15-0251 Maa- ja kalliovahvistus

Ratu 16-0252 Täyttö

Ratu 17-0253 Putkiasennus

Lisätietoa Ratu -suunnitteluohjekorteista

Ratu 1183-S Räjätys-, louhinta- ja kaivutöiden turvallisuus (peruttu kortti)

Ratu 1185-S Purkutöiden turvallisuus (peruttu kortti)

Lisätietoa maarakentamisen

Korjaus-Ratu -korteista

Ratu F1-0368 Perustusten vedeneristyksen, salaojituksen ja routasuojausten korjaaminen

Ratu F1-0369 Perustusten vahvistaminen

betonoimalla, injektoimalla ja pulttaamalla

Ratu F1-0370 Perustusten vahvistaminen

mantteloimalla ja perustason syventäminen

lamelloimalla

Ratu F1-0371 Perustusten vahvistaminen

porattavilla ja lyötävillä teräspaaluilla

Ratu F1-0372 Perustusten vahvistaminen

juuripaaluilla ja paikallavalettavilla paaluilla.

Ratu F1-0373 Maapohjan vahvistaminen,

syvästabilointi suihkuinjektoimalla

Ratu F1-0358 Suihkuinjektointi

Lomakkeet

Ratu 1221-S Purkutöiden suunnittelu. Pur-

kusuunnitelma ja purkutöiden tehtäväsuun-

nittelu.

Maarakentamisen tehtäväsuunnittelu

Tehtävä on ajallisesti yhtenäinen, yhden työryhmän tekemä työkokonaisuus. Tehtävä muodostetaan yhdestä tai useammasta työajasta tai tehtävään voi kuulua osia eri työlajeista.

Tehtäväsuunnitelma laaditaan työmaan laatusuunnitelmassa määräytyistä tehtävistä tai aikataulutehtävistä. Tehtäväsuunnittelun avulla tehtävän toteutus suunnitellaan kokonaisvaltaisesti ja riittävän tarkasti, jotta tehtävälle asetetut vaatimukset ja tavoitteet saavutetaan. Tehtäväsuunnitelma laaditaan ennen työn aloitusta yhteistyössä eri osapuolien kanssa ja sitä tarkennetaan muiden suunnitelmien tarkentuessa tai ongelmien ilmetessä. Tehtäväsuunnitelmassa esitetään mm.

- aikataulu suunnitellulla työryhmällä ja kalustolla
- liittyminen muihin töihin
- kustannukset suunnitelluilla työmenetelmillä
- aloitusedellytykset, ongelmiin ja riskeihin varautuminen
- työturvallisuus, ympäristön suojaus
- työn laatuvaatimukset ja laadunvarmistustoimet
- vaaditut tarkepiirustukset sekä
- työnaikainen tehtävän seuranta ja ohjaus.

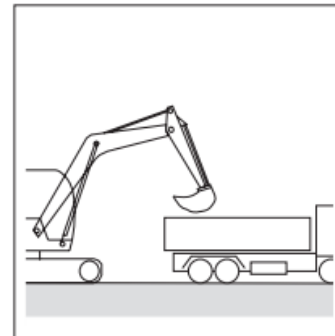
Tehtäväsuunnittelussa verrataan eri suunnitelma-asiakirjat (mm. yleisaikataulu, tavoitearvio, työmaan laatusuunnitelma, turvallisuusasiakirja, työselostus, alustavat menetelmä- ja resurssivalinnat, pohjatutkimukset) ja tarkistetaan suunnitelmien toteutuskelpoisuus aikataulu- ja kustannustavoitteiden mukaisesti sekä laatu- ja turvallisuusvaatimukset täyttäen. Samalla tarkennetaan ja muutetaan tarvittaessa menetelmävalintoja, resursseja ja tehtävän sisältöä tai työnjärjestelyä siten, että tavoitteet saavutetaan.

Suunnitelman perusteella tehdään materiaalien ja kaluston tilaussuunnitelma. Turhaa varastointia työmaalla vältetään. Materiaalit varastoidaan tuotekohtaisten ohjeiden mukaan suojattuina siten, etteivät materiaalit vahingoitu varastoinnin tai siirtojen aikana. Tarkistetaan materiaalien käyttökelpoisuus ja lujuus sekä työmenetelmien, kaluston ja materiaalien yhteensopivuus. Noudatetaan tuotekohtaisia ohjeita.

Tehtävän laatuvaatimukset kootaan yhteen ja kirjoitetaan auki materiaalien, turvallisuuden, työmenetelmän ja mittatarkkuuden osalta. Samalla määritetään toimenpiteet, joilla laatu voidaan työn aikana varmistaa ja todeta.

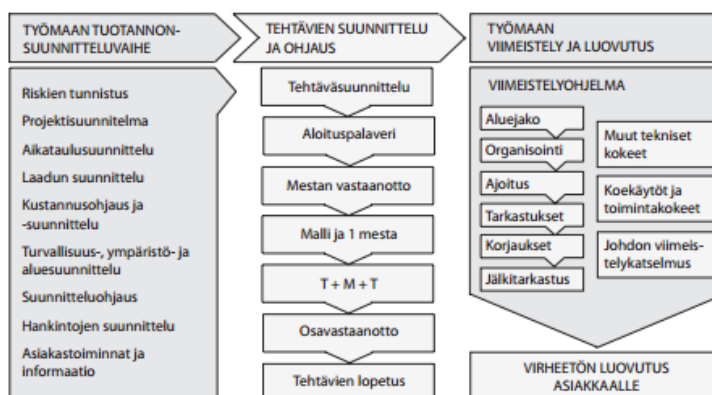
Ennen työn aloitusta pidetään aloituspalaveri ja tarkastetaan, että kohde ja työskentelyolosuhteet ovat sopimusasiakirjojen mukaiset ja täyttävät tehtävän aloitusedellytykset. Työkohde rauhoitetaan muilta töiltä maarakennustöiden ajaksi. Järjestetään ympäröivien rakenteiden suojaus ja liikenneturvallisuus. Ongelmajätteitä käsitellään asianmukaisesti muista jätteistä erillään.

Aloituspalaverissa käydään läpi tehtäväsuunnitelman sisältö ja varmistetaan, että työntekijät ovat perehdytetyt kohteeseen ja työn laatu- ja turvallisuusvaatimuksiin. Varmistetaan, että työssä käytetään tarvittavia henkilökohtaisia suojaimia.



Muista tehtäväsuunnittelussa

- aikataulu
- kustannukset
- tehtävän sisältö
- turvallisuusvaatimukset
- resurssit
- materiaalit ja kalusto
- mahdolliset ongelmat
- tehtävän ohjaus



Maankaivun laadunvarmistus

Kohdetiedot

Aloituspalaveri		Mallityön / Ensimmäisen osakohteen tarkastus				
suunnitelmat	huomaa	työn laatuvaatimukset		hankekohtainen vaatimus		
työselostus, aluesuunnitelmat	<input type="checkbox"/>	suunnitelmien mukaiset materiaalit	<input type="checkbox"/>			
tuotekohtaiset ohjeet	<input type="checkbox"/>	työmenetelmä	<input type="checkbox"/>			
työn aikataulu	<input type="checkbox"/>	luiskien kaltevuudet	<input type="checkbox"/>			
liittyminen muihin töihin	<input type="checkbox"/>	kaivussyvyys	<input type="checkbox"/>			
työn laatuvaatimukset	<input type="checkbox"/>	kuivanapito	<input type="checkbox"/>			
työn laadunvarmistus	<input type="checkbox"/>	kaivannon tuenta	<input type="checkbox"/>			
pohjaveden korkeus	<input type="checkbox"/>	ympäristön suojaus	<input type="checkbox"/>			
ympäristökatselmukset	<input type="checkbox"/>	pölyn ja maa-aineksen leviäminen	<input type="checkbox"/>			
suojaukset	<input type="checkbox"/>	työmaa-alueen eristäminen	<input type="checkbox"/>			
saastunut maa-aines	<input type="checkbox"/>	saastuneiden maamassojen käsittely	<input type="checkbox"/>			
materiaalit ja kalusto		maamassojen käsittely	<input type="checkbox"/>			
materiaalit ja tarvikkeet	<input type="checkbox"/>	kaivannon pohjan häiriintymättömyys	<input type="checkbox"/>			
kalusto ja työvälineet	<input type="checkbox"/>	kaivannon jäätyminen	<input type="checkbox"/>			
jätteiden käsittely	<input type="checkbox"/>	tuennan purkuajankohta	<input type="checkbox"/>			
työturvallisuus (Raturva, 12 Maankaivu)		ympäristökatselmukset	<input type="checkbox"/>			
henkilökohtaiset suojaimet	<input type="checkbox"/>	muut asiat				
opetus ja ohjeet	<input type="checkbox"/>					
ensiapu	<input type="checkbox"/>					
työmaan liikenne, kulkuväylät	<input type="checkbox"/>					
kuljetus, siirrot ja varastointi	<input type="checkbox"/>					
kaivannon tuenta ja kuivanapito	<input type="checkbox"/>					
koneiden ja laitteiden tarkastukset	<input type="checkbox"/>					
putkien ja johtojen kartoitus ja katkaisu	<input type="checkbox"/>					
alueen aitaus/merkitseminen	<input type="checkbox"/>					
muut asiat						
Mestan vastaanotto		hankekohtainen vaatimus	osakohde puutteet ok	osakohde puutteet ok	osakohde puutteet ok	osakohde puutteet ok
edellisten työvaiheiden valmius	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ympäristökatselmukset	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
maa-aineksen suunnitelmien mukaisuus	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
läjitysalueet	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kulkureitit	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
suojeittavat rakenteet ja kasvillisuus	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sähkö ja valaistus	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
muut asiat			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Osakohteen tarkastus		hankekohtainen vaatimus	osakohde puutteet ok	osakohde puutteet ok	osakohde puutteet ok	osakohde puutteet ok
kaivannon laajuus	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kaivannon tuenta	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kaivannon pohjan häiriintymättömyys	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kaivannon kuivanapito	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kulkureitit/katualueen siisteys	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
suojaus/aitaus	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
jätteiden lajittelu	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
muut asiat			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

TAULUKKO 13. Maamateriaalien hintatietoja Oulun seudulla (13)

Nimi	Raekoko (mm)	Hinta kaupunkialueelle toimitettuna (€/ 18 tn)	Tilavuuspaino (m ³ /tn)	Käyttö
Kivituhka	0-5(6)	256,90	0,6	asennus esim. viemärit
Murske	0-16	261,40	0,6	tie/pihamaan pintakerros
Murske	0-32	248,62	0,6	tie, ulkopuolinen täyttö
Murske	0-56	240,34	0,6	kantavan kerroksen täytöt
Murske	0-90	237,46	0,6	karkea täyttö
Salaojasepeli	5-16	320,44	0,7	salaojat
Kalliosepeli	5-32	318,28	0,7	Sisä- ja reunus-täytöt, salaojat
Kalliosepeli	16-32	312,34	0,7	Sisä- ja reunus-täytöt, salaojat
Turvahiekka	1-8	760,21	0,7	Leikkialueet
Seulottu hiekka	0-8	358,99	0,6	Asennuskäyttö, pl. pihakivien saumaus
Seulottu täyte-hiekka	0-16	216,54	0,6	Tasaus- ja täyt-tökerrokset

8 Perustaminen

8.1 Kaivutyöt ja perustaminen perusmaan varaan

- maaperä ei sisällä pilaantuneita maita tai ne on poistettu ohjeiden mukaisesti
- maapohjan laatu ja kaivutaso kaivutyön jälkeen vastaavat pohjatutkimuksessa esitettyä tai poikkeama on rakenne- tai geoteknisen suunnittelijan hyväksymä
- maapohja on tarvittaessa suojattu asianmukaisesti liettymistä vastaan
- perusmaan pinta rakennuksen alla on tasainen ja viettää peruskaivannon pohjaa alemmaksi asennettaviin salaojaputkiin päin (vähintään kaltevuudella 1:50, mieluummin 1:20)
- kaivannon luiskat ovat maalajeihin nähden riittävän loivat estämään reunojen sortuminen
- sadevesien työnaikainen poisjohtaminen on toteutettu yhdistämällä erilliset anturakaivannot toisiinsa ja johtamalla vesi pumppauskuoppiin
- loppukaivu on toteutettu maapohjan häiriintymättä
- mahdollisesti häiriintynyt tai routaantunut pohjamaa on poistettu ja täyttö on tehty erillisten ohjeiden mukaan tai perustaminen on ulotettu syvemmälle häiriintymättömään pohjamaahan
- maakivet ja lohkaareet on rikottu ja poistettu tulevan perustuksen alta
- kaivutyön ja muiden pohjarakennustöiden järjestys on sellainen, ettei häiriintymisherkällä maapohjalla tarpeettomasti liikuta ennen täyten rakentamista tai alusbetonin valua
- talviaikana maanvaraisten rakenteiden kaivu on ulotettu lopulliseen syvyyteensä vasta vähän ennen perustusten tai massanvaihdon tekemistä ja valmiin kaivannon routaantuminen on estetty tehokkaalla lämmöneristyksellä tai lämmityksellä
- kaivutyön ja pohjavedenpinnan muutoksen mahdollisesti aiheuttamaa vauriovaikutusta on seurattu ja kirjattu asiantuntijan esittämien ohjeiden mukaisesti (tulosten poiketessa raja-arvoista niiden edellyttämät toimenpiteet asian korjaamiseksi on toteutettu)
- seurantakatselmus vauriovaikutusalueella sijaitsevilla rakennuksissa ja rakennelmissä on toimitettu työn päätyttyä

Ks. opastavat tiedot, luku 8, kohta 8.1, sivu 23.

Päiväys

Tarkastajan allekirjoitus

Nimen selvennys

8.2 Louhintatyöt

- katselmukset naapurirakennuksissa on pidetty tarpeellisessa laajuudessa
- perustettaessa louhitun, rikkonaisen kallioliuskan tai seinämän yläreunalle geotekninen suunnittelija on rakennuspaikalla varmistanut kallion vakavuuden
- räjäytettävä alue on peitetty räjäytyssuunnitelman edellyttämällä tavalla siten, etteivät irtoavat lohkaareet pääse aiheuttamaan vahinkoa
- louhintaa ei ole tehty betonivalujen sitoutumisaikana louhinnan vauriovaikutusalueella
- anturoiden liukuminen on estetty louhimalla kalliopohjat enintään 15° kaltevuuteen tai pohjarakennus-suunnittelijan esittämien erityistoimenpitein (esim. tapitus, porrastus, anturalevitys jne.)
- rakennusten alle ja perustusten kohdille ei jää haitallisia, vettä kerääviä ja mahdollisesti jäätyviä syvennyksiä (betonoidaan veden kapillaarisen nousun estämiseksi) ja rakennuksen alle mahdollisesti joutuva vesi pääsee virtaamaan salaojiin
- perustusten alle jääviltä osilta vedet on pumpattu pois ennen perustusten betonointia
- talviaikana kallio on pidetty lämpimänä riittävän laajalta alueelta ennen perustusten betonointia
- louhintatyö mahdollisesti aiheuttamaa vauriovaikutusta on seurattu ja dokumentoitu asiantuntijan esittämien ohjeiden mukaisesti (tulosten poiketessa raja-arvoista niiden edellyttämät toimenpiteet asian korjaamiseksi on toteutettu)
- seurantakatselmus vauriovaikutusalueella sijaitsevilla rakennuksissa ja rakennelmissä on toimitettu työn päätyttyä

Ks. opastavat tiedot, luku 8, kohta 8.2, sivu 24.

Päiväys

Tarkastajan allekirjoitus

Nimen selvennys

8.3 Paalutus

- rakennesuunnittelija on verrannut paalutuksen toteutumista suunnitelmiin ja laatinut paalutuspöytäkirjan tietojen perusteella paalutuksen ja perustuksen tarkesuunnitelman
- paalutuspöytäkirjan tietojen ja silmämääräisen tarkastelun perusteella rakenne- tai geotekninen suunnittelija on antanut paaluille katkaisuluvan
- katkaistujen paalujen päät ovat ehjät, tasaiset ja paalun akselia vastaan mahdollisimman kohtisuorat

- paalun pää jää anturan betonivaluun vähintään 50 mm teräsrakenteiset lyhyet paalut on jäykistetty rakenne- ja geoteknisen suunnittelijan ohjeiden mukaisesti
- paalujen pääraudoitus on otettu esiin paalun pään ankkurointiraudoitukseksi, mikäli suunnitelmissa näin on esitetty
- paalutusta ei ole tehty betonivalujen sitoutumisaikana paalutuksen vauriovaikutusalueella
- lyhyet paalut eivät ole siirtyneet alkuperäisen tarkmittauksen mukaisilta paikoiltaan ennen perustuksen betonointia
- talviaikaan tulevan anturan alle on asennettu routaeristys paalujen nousun välttämiseksi
- paalutustyön mahdollisesti aiheuttamaa vauriovaikutusta on seurattu ja kirjattu asiantuntijan esittämien ohjeiden mukaisesti (tulosten poiketessa raja-arvoista niiden edellyttämät toimenpiteet asian korjaamiseksi on tehty)
- seurantakatselmus vauriovaikutusalueella sijaitse- vissa rakennuksissa ja rakennelmissa on toimitettu työn päätyttyä

Ks. opastavat tiedot, luku 8, kohta 8.3, sivu 25.

Päiväys

Tarkastajan allekirjoitus

Nimen selvennys

8.4 Perustusten ja maanvastaisen lattian alle tehtävät täytöt

- tiivistämistöselostuksessa on annettu ohjeet käytettävän materiaalin rakeisuudesta, vesipitoisuudesta ja lämpötilasta sekä käytettävistä koneista, kerralla tiivistettävän kerroksen paksuudesta ja ylijokertojen määräst
- perusmaan päälle on tarvittaessa asennettu suunnitellun käyttöluokan mukainen suodatinkangas
- täyttöjä ei ole tehty veteen eikä häiriintyneelle maapohjalle ilman geoteknisen suunnittelijan erityisohjeita
- täyteen leveys ulottuu paksuuteensa nähden riittävästi anturan sivujen ohi pystyäkseen siirtämään perustukseen kohdistuvat kuormat perusmaalle
- tiivistäminen on tehty työselostuksen ohjeiden mukaisesti ja siitä on pidetty kirjaa
- täyteen kelpoisuus on osoitettu työtavan seurannalla ja kirjaamisella (työtapamenetelmä) tai mittamalla täyteen tiivys tai kantavuus (lopputulostemenetelmä) tai molemmilla tavoilla

- perusmaan jäätyminen on estetty ennen täyteen le- vittämistä
- täytön jäätyminen on estetty tiivistämisen aikana ja rakennettu täyte on suojattu jäätymiseltä
- tiivistämis työ ei ole aiheuttanut vahinkoa ympärillä oleviin valmiisiin ja sitoutumassa oleviin rakenteisiin
- tiivistystyön mahdollisesti aiheuttamaa vauriovaiku- tusta on seurattu ja kirjattu asiantuntijan esittämien ohjeiden mukaisesti (tulosten poiketessa raja- arvoista niiden edellyttämät toimenpiteet asian kor- jaamiseksi on tehty)
- seurantakatselmus vauriovaikutusalueella sijaitse- vissa rakennuksissa ja rakennelmissa on toimitettu työn päätyttyä

Ks. opastavat tiedot, luku 8, kohta 8.4, sivu 25.

Päiväys

Tarkastajan allekirjoitus

Nimen selvennys

8.5 Perustukset ja sokkeli

- perustukset on viety routasyvyyteen tai ne on routa- suojattu, jollei pohjatutkimuksissa ole todettu maa- perän olevan routimaton
- ennen valua tarkistettu, että raudoitteiden koot ja sijainnit ovat rakennusvalvontaviranomaiselle toimi- tettujen rakennesuunnitelmien mukaiset
- teräksiä suojaava betonipeite on vähintään 25 mm muotin joka kohdassa myös työraudoituksen koh- dalla, jollei suunnitelmissa ole esitetty tätä suurem- paa arvoa
- teräksiä suojaava betonipeite maata vasten valetta- essa on vähintään 50 mm
- raudoitteet on tuettu välikkeillä muottiin ja perus- maahan niin tukevasti ja tiheään, etteivät ne voi be- tonoinnin aikana liikkua paikaltaan
- raudoitteet eivät makaa anturan muotin puisen kiin- nityssoljen päällä
- muotteihin on jätetty esimerkiksi putkivaraukset veden johtamiseksi rakennuksen alta salaojiin tai rakennus on perustettu kallion varaan asennetun murskeen päälle, joka mahdollistaa vesien kulkeutu- misen rakennuksen alta salaojiin
- kantavien alapohjien alle on perustuksiin jätetty koko alapohjan alla kulkemisen mahdollistavat ryö- mintäaukot
- ennen betonointia perusmaa, kallio, paalujen päät, työ- saumat, muotit ja raudoitteet ovat sulat ja puhtaat

- betoni ei ole päässyt jäätymään ennen jäätymislujuuden saavuttamista – perustukset on suojattu ja tarvittaessa lämmitetty jäätymistä vastaan
- sokkelin tuleva korkeus on rakennuksen vieressä vähintään 0,3 m suunniteltua maanpinnan korkeus- asemaa suurempi
- lattian pinta on vähintään 0,3 m suunniteltua maanpinnan korkeus- asemaa ylempänä rakennuksen vieressä tai perusmuuri on suojattu ulkopuolisella vedeneristyksellä sokkelin yläreunaan asti
- rakenteessa ei ole kylmäsiltoja
- sokkelikaivantoon asennettu mahdollinen lämmön- eriste (routalevyt) on maahan asennettavaksi tarkoi- tettua laatua ja levyt on kallistettu viettämään ra- kennuksesta pois päin sekä suojattu välittömästi mekaaniselta rasitukselta esimerkiksi suojahiekoi- tuksella ja tarvittaessa eristeen päälle asennettavalla tiiviillä muovikalvolla

Ks. opastavat tiedot, luku 8, kohta 8.5, sivu 26.

Päiväys

Tarkastajan allekirjoitus

Nimen selvennys

9 Rakennuspohjan kuivatus

9.3 Salaojien sijoitus ja kaivannot

- rakennuksen alla perusmaahan tehty kaivanto on tasainen ja viettää selvästi (kaltevuudessa 1:50, mie- luummin 1:20) kaivannon pohjaa alemmaksi sijoitet- tuihin salaojaputkiin päin
- rakennuksen alla oleva salaojituskerros on yhteydes- sä salaojaputkia ympäröivään salaojituskerrokseen anturan tai sokkelipalkin alta kulkevan salaojitusker- roksen tai anturan läpi tehtyjen reikien välityksellä
- salaojaputken yläreuna on joka kohdassa vähintään 0,4 m viereistä tai yläpuolista maanvastaista lattia- pintaa alempana,
- salaojaputket viettävät kaivon päin (purkusuun- taan) vähintään kaltevuudella 1:200 (mieluummin vähintään kaltevuudella 1:100)
- salaoja sijaitsee anturan alapuolella tai perustuksen ja sokkelin välissä on kapillaarikatko.

Ks. opastavat tiedot, luku 9, kohta 9.3, sivu 29.

Päiväys

Tarkastajan allekirjoitus

Nimen selvennys

9.4 Salaojaputket ja tarkastuskaivot

- salaojaputkistot liitososineen ja kaivoineen soveltu- vat kuivatusvesien kokoamiseen, poisjohtamiseen sekä tarkastamiseen ja huoltamiseen (mm. lietepe- säälliset tarkastuskaivot)
- salaojaputkien kallistukset kaivojen välillä on vaaittu
- salaojaputket on kannatettu ja tuettu pehmeiden tai painuvien maiden päälle asennettaessa
- salaojaverkoston toimintakoe on tehty ja siitä on teh- ty merkintä salaojapiirustukseen, joka on salaojien asentamisen jälkeen päivitetty todellisen sijainnin ja korkeusaseman kertovaksi toteutumapiirustukseksi
- tarkastuskaivojen ja -putkien kannet ovat näkyvissä tai erityisistä syistä peitettyjen kansien sijainti on selvästi merkitty

Ks. opastavat tiedot, luku 9, kohta 9.4, sivu 29.

Päiväys

Tarkastajan allekirjoitus

Nimen selvennys

9.5 Täyttötöyt

- salaojituskerroksiin käytettävä kiviaines täyttää sala- ojituskerrokselle asetetut vaatimukset (seulontakäy- rät liitetään laatukansioon)
- perusmuuria, sokkelipalkkia tai kellarin seinää vasten olevan pystysuuntaisen salaojituskerroksen paksuus on vähintään 0,2 m (asentaminen vaatii käytännössä huomattavasti paksumman kerroksen)
- salaojaputket ja kaivot on suojattu jäätymiseltä ja sala- oijien peitesyvyys on joka kohdasta vähintään 0,5 m rakennuksen ulkopuolisten salaojien kohdalla
- salaojaputkea ympäröivän salaojituskerroksen pak- suus on vähintään 0,1 m putken alla ja sivuilla ja 0,2 m putken päällä

- salaojituskerroksen paksuus maanvastaisen lattian alla ja ryömintätilassa on vähintään 0,2 m ja kerroksen alle on levitetty suodatinkangas perusmaan ollessa savea tai silttiä

Ks. opastavat tiedot, luku 9, kohta 9.5, sivu 30.

Päiväys

Tarkastajan allekirjoitus

Nimen selvitys

9.6 Perustusten kuivatusvesien poisjohtaminen

- kuivatusvesien poisjohtamiseen tarvittavat viemärit, viemäri liittymät tai imeytyskaivot sekä mahdolliset pumppaamot on asennettu ja tuettu niin, etteivät ne painu tai kallistu
- mahdollisessa imeytyspesässä (tai -kentässä) käytettävän kiviaineksen rakeisuus vastaa suunnitelmassa esitettyä (seulontakäyrä on liitetty laatukansioon)
- imeytysjärjestelmän kohdalla pohjavedenpinta on vähintään 1,5 m salaojitusason alapuolella
- imeytyspesä tai -kentä ulottuu routarajan alapuolelle ja on tarvittaessa lämmöneristetty

Ks. opastavat tiedot, luku 9, kohta 9.6, sivu 31.

Päiväys

Tarkastajan allekirjoitus

Nimen selvitys

10 Alapohja ja maanvastaaiset rakenteet

10.1 Maanvarainen lattia, kellariton rakennus

- maanvastaisen lattian alta on poistettu savi-, humus- ja muut hienojakoiset maakerrokset
- puurakenteiden aluspuut on erotettu kivirakenteista kosteuden katkaisevalla kerroksella
- lattian lämmöneristys on pääosin betonilaatan alapuolella

- lattiarakenteeseen ei ole asennettu höyrynsulkua, jollei sitä siihen nimenomaan ole suunnitelmissa esitetty
- radonputkistoa käytettäessä lämmöneristeen alla on vähintään 200 mm sepeliä
- anturan ali tai läpi kulkevat radonputket ovat reiihtömiä, esim. viemäriputkea
- maanvastaisen lattian saumakohtien tiivistys on tehty radonratkaisun mukaan
- lattian yläpinta on vähintään 0,3 m tulevan maanpinnan yläpuolella tai sade- ja sulamisvesien tunkeutuminen rakenteisiin on estetty erityistoimenpitein (pintavesien poisjohtaminen, perustusten kuivatus, perusmuurin vedeneristys)

Ks. opastavat tiedot, luku 10, kohta 10.1, sivu 32.

Päiväys

Tarkastajan allekirjoitus

Nimen selvitys

10.2 Kantava alapohja

- ryömintätilan väliseiniin on tehty kulku- ja tuuletusaukot niin, että tarkastus- ja huoltotoimenpiteet ovat mahdollisia ja ryömintätila tuuletuu kokonaan
- kosteuden nousu perusmaapohjasta on rajoitettu asentamalla tasaiselle, salaojiin selvästi viettävälle maapohjalle muovikalvo, 0,2 m paksu salaojituskerros ja lämmöneristys
- mahdollisen salaojituskerroksen alla on suodatinkangas, jos perusmaa on savea tai silttiä
- mahdollisen muovikalvon päälle joutuvalla vedellä on poistumismahdollisuus
- ryömintätila ei missään kohdassa ole matalampi kuin 0,6 m
- ulkoilmaan rajoittuvat tuuletusaukot ja -putket on sijoitettu siten, että niiden keskinäinen väli on enintään kuusi metriä, samaan nurkkaan ei tule enempää kuin yksi aukko tai putki ja aukon vähimmäiskoko säleikkö huomioon ottaen on vähintään 150 cm²
- tuuletusputkien yläpäät ovat niin korkealla, ettei rakennuksen vierelle talvella mahdollisesti kinostuva lumi peitä niitä
- alapohjarakenne on tiivis (saumat, liittymät, läpiviennit)
- ryömintätila on puhdas eikä siellä ole homehtuvia ja lahoavia tarvikkeita yms.
- salaojitusaso on selvästi ryömintätilan valmistapintaa alempana

20 Kiinteistön vesi- ja viemärlaitteet

20.4 Ulkopuoliset vesi- ja viemärlaitteet

- kaivantojen pohjat on tasattu ja niissä on viemäreiden alapuolinen sepelitasaus tai kyllästetystä puusta tehty lankkuarina
- viemärit on vaaittu ja kaivojen liitoskorot on tarkistettu
- alkutäyttö viemäriin ympärille on tehty tasarakeisesta hiekasta
- liikennealueelle on valittu liikenteen rasitusta kestävä putkimateriaali
- tonttivesijohto on routasyvyyttä alempana tai siinä on sähkösaatto
- tonttivesijohto on asennettu maanvastaisen alapohjan alla suojaputkeen
- tonttivesijohto on ryömintätilassa lämmöneristetty
- kaivot ovat suorassa ja niiden kansisto on säädetty lopullisen maanpinnan mukaisesti
- padotusventtiili on asennettu perusvesikaivoon, jonka sisähalkaisija on vähintään 1000 mm, jos venttiili joudutaan huoltamaan kaivosta
- sadevesikaivoissa on tarvittavat sorapesät sekä lähökäyrät niihin asennettuine huuhteluputkineen jätevesikaivoissa on pohjakourut
- routaeristeet on sijoitettu kaivantoihin eristeitä rikkomatta ja ritiläkannellisten kaivojen jäätyssuojat ovat paikallaan
- sade- ja jätevesien tarkastuskaivojen kansistoja ei ole jätetty maakerroksen alle
- syöksytörvien alle asennetut kaivot on johdettu sorapesälliseen sadevesikaivoon
- pumppaamoiden ja niiden vikahälytysten toiminta on tarkistettu

Ks. opastavat tiedot, luku 20, kohta 20.4, sivu 67.

Päiväys

Tarkastajan allekirjoitus

Nimen selvennys

20.5 Alapohjan alle asennettavat pohjaviemärit

- tuuletettuun ryömintätilaan on 800 mm x 800 mm:n käyntiluukku ja huollettavien laitteiden kohdalla ryömintätatilan korkeus on vähintään 1200 mm
- painumattomassa maassa viemäriinjojen pohjat ovat tasaiset ja huolellisesti tiivistetty

- viemäri on ryömintätilassa lämmöneristetty
- ryömintätilassa tai painuvassa maassa olevat viemärit on kannakoitu syöpymistä kestävin kannakkein ja kiinnityspulkein (kannakointiväli 1100–1500 mm viemäryypistä riippuen)
- painuvaan maahan asennetut viemärit on tuettu niin, että tuennan käyttöikä vastaa viemäriin suunniteltua käyttöikää
- viemäreiden kallistukset ovat vähintään 1:100
- viemäriin sokkeliläpivienti on tehty siihen tarkoitettua osaa käyttäen niin väljästi, ettei maan painuminen läpivientikohdassa riko viemäriä

Ks. opastavat tiedot, luku 20, kohta 20.5, sivu 68.

Päiväys

Tarkastajan allekirjoitus

Nimen selvennys

20.6 Sisäpuoliset vesi- ja viemärlaitteet

- sisäpuoliset pystyviemärit on kannakoitu välipohjista, haarojen kohdalta ja lisäksi vähintään yhdellä kannakkeella kerrosvälillä kohden
- muhveihin on jätetty lämpölaajenemisen mahdollistava liikkumavara
- vaakasuorat viemärit, jotka eivät jää valuun, on kannakoitu haarojen ja mutkien kohdalta ja vähintään 1100–1500 mm:n välein putkityypistä riippuen
- pystyviemäri on varustettu puhdistusyhteellä alimman laatan yläpuolella, puhdistusyhte on asennettu 500 mm lattiatason yläpuolelle
- tuuletusviemäri on lämmöneristetty kylmässä ullakotilassa ja osittain vesikaton yläpuolella
- huonetila, jossa on lämminvesivaraaja, on varustettu varajaan alle sijoitetulla lattiakaivolla tai kuivakaivolla
- kattilahuoneessa olevat viemärit on pinnoitettu paloteknisistä syistä B-s1, d0-luokan pinnoittein tai ne ovat esimerkiksi valurautaa
- autotallin ja asunnon muun tilan välisessä muoviviemäriäpiviennissä on käytetty metallista läpivientiholkkia tai palomansettia, joka vastaa seinän paloteknistä rakennetta
- muoviset vesijohdot on asennettu suojaputkiin, joissa on korkeintaan kaksi jyrkkää mutkaa vaihtamisen mahdollistamiseksi
- muoviputket, liittimet ja jakotukit on kiinnitetty tukevasti niin, ettei putkiin jää liittimiä rasittavia jännityksiä

Työmaan nimi/numero	Perehdytettävä (työntekijä, aliurakoitsija)	
PEREHDYTYKSEN YHTEYDESSÄ JAETTU AINEISTO		
Perehdytettävät asiat	Läpikäyty	Lisätietoja, huomioita
1. Kohteen yleisesittely	<input type="checkbox"/>	
2. Aikataulun läpikäynti	<input type="checkbox"/>	
3. Toteutusorganisaatio	<input type="checkbox"/>	
4. Tilaajan turvallisuusvaatimukset	<input type="checkbox"/>	
5. Ensiapu, paloturvallisuus	<input type="checkbox"/>	
6. Työmaatilat, varastot, P-paikat	<input type="checkbox"/>	
7. Työmaa- ja turvallisuussuunnitelmiin perehtyminen	<input type="checkbox"/>	
8. Työmaakierros tehty	<input type="checkbox"/>	
9. Työmaan turvallisuussäännöt (jaettu)	<input type="checkbox"/>	
10. Muut turvallisuusohjeet	<input type="checkbox"/>	
11. Henkilönsuojaimet (käyttö, tarve)	<input type="checkbox"/>	
12. Henkilökohtaisten työvälineille on tehty vastaanottotarkastus	<input type="checkbox"/>	
13. Muuta, mitä –	<input type="checkbox"/>	
Perehdytyksen yhteydessä jaettu aineisto		

Päiväys

Perehdytyksestä vastaava

Perehdytettävä
