

Vanha tavara-asema Tampere

SELVITYS RAKENNUKSEN SIIRTÄMISESTÄ



Erkki Mäki

7.4.2014

Sisältö

1.	JOHDANTO.....	3
2.	YLEISTÄ	4
3.	SELVITYKSEN LAATIJAN REFERENSSIT.....	5
4.	TOIMEKSIANNON SISÄLTÖ	7
5.	LÄHTÖTIEDOT	8
6.	MÄÄRITELMÄT JA KÄSITTEET	9
7.	RAKENNUKSEN RUNKO JA MATERIAALIT	13
8.	EDELITYKSET RAKENNUKSEN SIIRTÄMISELLE.....	21
9.	ALUSTAVA SIIRTOSUUNNITELMA.....	23
10.	ALUSTAVA PERUSTAMISTAPALOUSUNTO	24
11.	SELVITYKSEN JATKOTOIMENPITEET.....	25
12.	ALUSTAVA KUSTANNUSARVIO	26
13.	URAKKAKYSELYN JÄRJESTÄMISESSÄ HUOMIOITAVAA.....	27
14.	YHTEYSTIEDOT	27
15.	LIITTEET:.....	29

1. JOHDANTO

Tämä selvitys pyrkii vanhan makasiinirakennuksen osalta antamaan vastaukset seuraaviin kysymyksiin:

- Mitä on rakennettu? Rakennuksen eri osat tuli selvittää materiaaleineen, mittoineen ja rakennustapoineen.
- Miksi on rakennettu? Oli selvitetävä, miksi kussakin rakenteessa on käytetty kyseistä rakentamistapaa ja materiaalia. Kullekin ratkaisulle piti löytää perusteet.
- Miten rakennus on suunniteltu? Rakentamisajankohdan suunnittelumetodit täytyi saada selville.
- Miten rakentaminen on toteutettu? Jotta valituille otaksumille löytyi riittävät perusteet, tuli selvittää rakentamisaikana käytetyt menetelmät ja käytössä ollut kalusto.
- Missä kunnossa rakennus on kantavilta rakenteiltaan?

Kun nämä asiat on ensin analysoitu, voidaan pohtia teknisiä edellytyksiä rakennuksen siirtämiselle:

- Millainen on uusi rakennuspaikka? Maaperä ja korkeusasema edellyttivät tutkimuksia ja kartoitusta.
- Mitä toimenpiteitä uusi rakennuspaikka edellyttää? Nostetaanko rakennusta ennen siirtoa merkittävästi.
- Mitä rakennukselle pitää tehdä, ennen kuin se on siirrettävissä? Pitääkö jotain uusia tai vahvistaa.
- Millaisen kaluston siirto vaatii? Löytyykö tarvittava ammattitaito ja kalusto.

2. YLEISTÄ

Tampereen vanha tavaramakasiini sijaitsee Tampereen rautatieaseman läheisyydessä ratapihan vastakkaisella puolella. Makasiini on rakennettu 1907. Rakennus on kooltaan 22,5m * 45m.

Alkuperäiset *pääpiirustukset* ovat vuosilta 1905 - 1906.

Myöhempiä *pääpiirustuksia* on vuosilta 1949, 1969, 1971, 1990 ja 1994. Em. ajankohtina on ilmeisesti tehty muutostöitä ja peruskorjauksia rakennukselle. Rakennuksen ikkunat on uusittu vuosina 1971-72.

Nämä piirustukset ovat Senaatti-kiinteistöjen arkistossa Tampereella.

Rakennuksesta on laadittu Arkkitehtitoimisto Hanna Lyytinen Ky toimesta Rakennushistoriaselvitys vuonna 2003, sekä A-Insinöörit Oy:n toimesta Kuntokatselmus vuonna 2012. Nämä asiakirjat ovat olleet käytössä tehtäessä tätä selvitystyötä. A-Insinöörit Oy on vuonna 2009 laatinut rakennuksen Purkutyöselvityksen. Purkutyöselvityksessä rakennuksen paino on arvioitu noin 25%:a kevyemmäksi (3230 tonnia), kuin mihin tässä selvityksessä on päädytty.

Rakennuksen omistaa Senaatti-kiinteistöt.

Tämän selvityksen on tilannut Tampereen kaupunki.

Ennen tutkimustyön aloitusta tekivät Tampereen kaupunki ja Senaatti-kiinteistöt sopimuksen tutkimustöiden tekemisestä.

Siirrettävä rakennus tarvitsee rakennusluvan uudelle sijaintipaikalle.

3. SELVITYKSEN LAATIJAN REFERENSSIT

Erkki Mäki on toiminut rakennusurakoitsijana, suunnittelijana sekä rakennuttamis- ja valvontatehtävissä. Koulutukseltaan hän on rakennusinsinööri.

Hän on toiminut vuodesta 1985 tehtävissä, missä on nostettu, tuettu tai siirretty raskaita teräsbetonirakenteita. Tällä alalla hänellä on eniten kokemusta Suomessa.

Betonirakentamisen asiantuntemusta parantaakseen on hänellä ollut 1-luokan betonityönjohtajan pätevyys vuodesta 1985. Vuonna 1992 hän suoritti 1-luokan betonirakenteiden suunnittelijan teoreettisen osan pätevyyden.

Hän on suunnitellut ja toteuttanut järjestelmän, millä on ns. *sivussarakentamis-periaatteella* urakoitu yli 300 rautatien alikulkusiltaa Suomen rataverkolle. Tästä rakentamistavasta kaluston kehitystyön avulla tuli alikulkusiltojen ensisijainen rakentamistapa 20 vuotta sitten rautatieympäristössä. Tällä kalustolla on kyetty ylläpitämään yli 90%:n markkinaosuus alan siirtourakoista jo yli 20 vuoden ajan.

Nykyisin Erkki Mäki toimii pelkästään alan asiantuntijatehtävissä. Toimeksiantajina on mm. Liikennevirasto, alan suunnittelijat ja urakoitsijat.

Alla luetelluissa kohteissa tämän selvityksen laatija on vastannut nosto- ja siirtotöiden pääsuunnittelusta. Osa kohteista on toteutettu omana työnä.

Kerava-Lahti oikorataa rakennettaessa jäi moottoritien ylittävä 130 m pitkä teräsbetoninen ylikulkusilta liian matalalle. Perussuunnitelmassa silta olisi purettu ja rakennettu uusi silta samaan kohtaan. Oman suunnittelun kautta päädyttiin nostamaan sillankantta toisesta päästä 2,5m toisen pään pysyessä paikoillaan. Nostotyö toteutettiin liikennöidyn moottoritien päällä.

Vuosina 2002 – 2008 on nostettu, oikaistu tai siirretty useita pientaloja tai muita rakennuksia keskimäärin 1-2kpl/vuosi. Rakennusten maanvaraisperustuksia on muutettu tarvittaessa paaluperusteisiksi.

Tämän selvityksen tekijä laati vuosina 2000-2001 selvityksen Helsingin kaupungille Töölönlahden tavaramakasiinien siirtämisestä toiselle tontille. Alueen asemakaava vahvistettiin selvityksen perusteella. Projektia ei toteutettu makasiinien tulipalon vuoksi.

Vuonna 1997 hän suunnitteli ja toteutti Helsingissä Tennispalatsin tukemisurakan, kun rakennuksen perustuksia laskettiin kaksi kerrosta alaspäin kallioon.

Museoviraston suojeluksessa olevia rakennuksia on nostettu tai siirretty uuteen paikkaan hänen suunnitelmiensa avulla. Vuonna 1996 Suomenlinnassa nostettiin erään makasiinin välipohjaa. Viimeisin hanke oli kesällä 2013, kun Vihannin rautatieasema siirrettiin uuteen paikkaan ratapihajärjestelyjen tieltä.

Referenssikohteita esitellään erillisessä esityksessä.

4. TOIMEKSIANNON SISÄLTÖ

Tässä toimeksiannossa tuli selvittää onko makasiinirakennus siirrettävissä kokonaisena sivuun nykyiseltä paikaltaan. Lisäksi tuli arvioida siirtotyön kustannukset.

Selvitystyö jakaantui seuraaviin kokonaisuuksiin.

1. Lähtöaineiston hankkiminen.
2. Lähtöaineistoon perehtyminen ja rakennuksen muutoshistorian selvittäminen.
3. Tutustuminen rakennukseen paikan päällä.
4. Rakennuksen painon määrittäminen ja merkittävien rakennusosien jäykkyyden määrittäminen.
5. Rakenteiden avaus, purku ja esiin kaivu.
6. Siirtotyön edellyttämien rakennusteknisten töiden suunnittelu.
7. LVIS-töiden arviointi.
8. Alustavan siirtosuunnitelman laatiminen ja toimenpiteiden arviointi.
9. Projektin toteuttamisen vaiheistus ja tarvittavat lisätutkimukset.

Tämän lisäksi laaditaan siirtotyölle kustannusarvio.

Tämän selvityksen tarkoituksena on tunnistaa mahdolliseen siirtoon liittyvät ongelmat mm. rakennuksen painon, lujuuden, jäykkyyden ja siihen liittyvien rakennusosien kannalta.

Selvitystyön kuluessa keskityttiin rakennuksen maanalaisten rakenteiden laatuun ja kuntoon. Työn aikana selvitettiin rakentamisajankohdan suunnittelukäytäntöjä ja rakentamismenetelmiä, sekä aikakauden työmenetelmiä ja –kalustoa.

5. LÄHTÖTIEDOT

Selvityksessä hankittiin lähtötietoaineistoa seuraavasti:

Rakennuksen siirtoon vaikuttavia asiakirjoja on hankittu tilaajalta, Senaatti-kiinteistöjen arkistosta ja internetistä. Lisäksi apuna on ollut selvityksen laatijan oma arkisto vastaavista siirtokohteista. Myös talon perustamistavan selvittäminen edellytti rakennusalan ammattikirjallisuuden tutkimista makasiinin rakentamisen aikakaudelta. Kirjallisuudesta selvitettiin mm. rakennusajan tekniikan tasoa, suunnitteluperusteita ja rakentamistapoja. Lähdeaineistona käytetyt kirjat ovat selvityksen laatijan omasta kirjastosta.

Rakennuksesta tehtiin yksittäisiä mittauksia. Niiden perusteella voidaan olettaa, että pääpiirustuksissa esitetyt mitat pitävät hyvin paikkansa. Rakennuksen kolmella sivulla kaivettiin perustukset esiin ja kartoitettiin maanalaisia perustusrakenteita.

Siirrettävän rakennuksen ristimitat tulee tarkastaa ennen uusien perustusten rakentamista. Tämän toimeksiannon yhteydessä ei ollut mahdollisuutta ristimitan tarkastamiseen.

Selvitystyötä varten on laadittu seuraavat asiakirjat:

- Yleissuunnitelma (2.2.2014 / 20.3.2014)
- Turvallisuusasiakirja versio 1.0 (23.1.2014)
- Turvallisuussuunnitelma (6.3.2014)
- Maaperätutkimusohjelma (24.2.2014)
 - Pohjatutkimusohjelma, kartta
- Maaperätutkimusten kaivutyösuunnitelma (6.3.2014)
 - Makasiinin perustamisvaihtoehtoja
- Kulkuaukkojen avaamisen toimenpideohjelma (5.3.2014)

6. MÄÄRITELMÄT JA KÄSITTEET

Tässä selvityksessä käytetään alalla vakiintuneita termejä, määritelmiä tai käsitteitä. Ne on ilmaistu tekstissä kurstiivilla. Niiden merkitystä on avattu ohessa määritelmillä. (Alan virallisia määritelmiä selvityksen laatija on huomattavasti yksinkertaistanut.)

arinarakenne

- Rakenne, missä on pitkittäisiä ja poikittaisia palkkeja tai sauvoja. Ensisijaisesti kuormaa kantavia rakenteita kutsutaan primäärirakenteiksi. Primäärirakenteita yhdistäviä tai niille kuormaa siirtäviä rakenteita kutsutaan sekundäärirakenteiksi.

hiekkä

- Maalaji, missä kaikki rakeet ovat silmin havaittavissa.

holvaus

- Tiilirakenteinen palkkimainen kantava rakenneosä, missä ylhäältä tuleva kuorma siirretään puristavan jännityksen avulla aukon pieliin

jatkuva(rakenteinen) palkki

- Yhtenäinen palkki, minkä alapuolella on vähintään kolme tukea. Palkin jatkuvuus hoikentaa rakennetta, mutta on vaativampi suunnitella.

jännitys

- Voima yhtä pinta-alayksikköä kohti. Vanha yksikkö kg/cm^2 , nykyisin käytetty yksikkö N/mm^2 . Liitteessä 2.4 on esitetty vieläkin vanhempi mittayksikkö, mikä ei perustu metriseen järjestelmään (skoolpund/verktum²)

kantavuusarvo

- Maaperän sallittu kuorma pinta-alayksikköä kohti. Vrt. sallittu lujuusarvo tai sallittu jännitys.

kasuuni

- Varsinaisen rakennusosan ulkopuolinen muotti- ja tukirakenne. Se voidaan asentaa kerralla paikoilleen tai sitä voidaan upottaa syvemmälle kaivutyön etenemisen myötä. Kasuuni voidaan jättää paikoilleen tai poistaa työn valmistuttua.

kulmamuuotos

- Rakennuksen kahden vierekkäisen tukipisteen välinen sallittu korkeusero suhteessa tukipisteiden keskinäiseen etäisyyteen.

liikuntasauma

- Suuressa rakenteessa oleva sauma, millä kompensoidaan rakenteiden lämpölaajenemisesta johtuvia pakkovoimia. Saumassa rakenteiden voimat eivät välity puolelta toiselle.

moreeni

- Maalaji, missä eri lajitteet ovat sekoittuneet toisiinsa.

myötöraja

- Jännitys, mikä aiheuttaa pysyvän (ei-kimmoisen) muodonmuutoksen materiaaliin.

N2000 korkeusjärjestelmä

- Suomessa käytössä oleva uusin korkeusjärjestelmä. Luku ilmoittaa korkeuseron merenpintaan.

perusmuuri

- Raskaasti kuormitetuissa rakenteissa anturan tai pilarin päällä oleva vaakasuora maan- tai vedenalainen rakenneos.

peruspilari

- Raskaasti kuormitetuissa rakenteissa oleva maan- tai vedenalainen pystysuora rakenneos, millä kuormitukset välitetään syvemmälle maaperään tai kallioon.

pääpiirustus

- Arkkitehdin tai pääsuunnittelijan laatima piirustus. Niissä esitetään huonejärjestys tai julkisivu, mutta ei esim. kantavia rakenteita. Korkeintaan viitteitä niistä.

rautabetoni

- Vanha nimitys teräsbetonille, ts. betonirakenteelle, mitä on vahvistettu teräksillä. Suomessa rautabetonirakenteissa on alusta alkaen käytetty terästä.

ristilimitys

- Massiivisissa tiilirakenteissa käytetty nimitys. Jokaisessa muurauskerroksessa käytetään kokonaisia tiiliä ja seinän ulkopinnoissa tiilet ovat eri kerroksissa

vuorotellen kohtisuorassa toisiaan vastaan. Ristilimitystä käytetään vain umpinaisissa seinissä.

rossipohja

- Puurakenteinen itsekantava alapuolelta tuulettuva alapohja.

sallittujen jännitysten menetelmä

- Vanhin käytössä oleva mitoitusmenetelmä. Rakenne mitoitetaan siten, että jokaista materiaalia kuormitetaan enintään puolella siitä kuormasta, mikä aiheuttaisi pysyvän muodonmuutoksen. Tämä menetelmä on lähes kokonaan korvattu ns. osavarmuuskerroinmenettelyllä. (Tämä on yksinkertaistettu määrittely.)

sallittu lujuusarvo =sallittu jännitys

- Materiaalin sallittu lujuusarvo *sallittujen jännitysten menetelmässä*. Kuorma aiheuttaa rakenteeseen jännityksen pinta-alayksikköä kohti. Englannin kielessä vetojännitys on 'tension' ja puristusjännitys on 'stress'. Kuorma lisää stressiä. Yliuuren kuorman aiheuttama jännitys aiheuttaa materiaalissa *myötörajan* ylittymisen, eli jännitys aiheuttaa pysyviä muodonmuutoksia.

siltti

- Maalaji, missä vain karkeimmat rakeet ovat silmin havaittavissa. Vanha maalaji 'hiesu' vastaa nykyistä silttiä aika pitkälle. Aikaisempi maalajiluokitus jaotteli sora hienommat maalajit seuraavasti: Hiekka, hietä, hiesu, savi. Nykyinen luokitus jaottelee samat lajikkeet seuraavasti: Hiekka, siltti, savi.

sivussarakentamis-periaate

- Rautatien tai maantien alikulkusilta rakennetaan väylän vieressä valmiiksi ja siirretään kokonaisena rakenteena paikoilleen lyhyessä liikennekatkossa. Liikennekatkon pituus on tyyppillisesti 12 – 24 tuntia. Lyhimmillään se on ollut 3,5 tuntia. Sillan paino vaihtelee 200 tonnista tuhansiin tonneihin. Siirrettävän kappaleen painolle ei ole ylärajaa.

sivuvastus(-tuki)

- Maalajin pystyrakenteita tukevaan ominaisuuteen liittyvä termi. Eri maalajit eri tiiveysasteissa arvioidaan mitoituksessa erilaisiksi jousiksi, millä on myös erilainen jäykkyys. Tiiviimpi maa vastaa jäykempää ja tukevampaa jouta ja päinvastoin.

staattisesti määräämätön

- Staattisesti määrätty rakenne on yksinkertainen rakenne. Sen mitoituksessa ei tarvitse huomioida rakenteen muodonmuutoksia. Staattisesti

määräämättömässä rakenteessa myös muodonmuutokset huomioidaan mitoituksessa. Staattisesti määrätyssä rakenteessa rakenne muodostuu kolmioista tai sitä yksinkertaisemmista osista. Määräämättömissä rakenteissa rakenteen muoto on vapaa. Rakenteen määräämättömyys ilmaistaan kertaluokilla. (Tämä on yksinkertaistettu määrittely.)

stabiliteetti

- Stabiliteetti tarkoittaa vakavuutta. Rakenteissa sillä tarkoitetaan kokonaisuuden vakavuuden hallintaa, eikä pelkästään yksittäisen rakenneosan vakavuutta. Tilanteessa, missä rakennus irrotetaan peruspilareistaan nostovaihetta varten, lisätään staattisen mallin määräämättömyyttä vähintään kahdella kertaluokalla.

taipumaa

- Rakenteen oman painon ja ulkoisen kuorman aiheuttama muodonmuutos esim. palkissa.

teräsbetoninen palkki

- Kantava rakenne, missä betoni ottaa vastaan rakenteen puristusjännitykset ja teräs ottaa vastaan rakenteen vetojännitykset.

uppokaivo

- Ontto ja alapäästä avoin rakenne, minkä seinät ottavat vastaan ympäröivän maanpaineen. Kaivettaessa rakenteen sisältä seinät painuvat joko omalla painollaan tai lisäpainojen avulla alaspäin. Uppokaivorakenteessa seinät jäävät yleensä paikoilleen, eikä niitä poisteta.

7. RAKENNUKSEN RUNKO JA MATERIAALIT

Runko ja rakennusmateriaalit, sekä liittyvät rakennusosat käsitellään seuraavasti eriteltynä. Nyt ei oteta kantaa eri rakennusosien kuntoon ja kuormien kantokykyyn muuten kuin siihen, onko rakenteella merkitystä siirron kannalta. Eri rakenteiden ominaisuudet tulee erikseen selvittää lopullisen siirtosuunnitelman laatimisen yhteydessä. Selvitystyön kuluessa vahvistui käsitys siitä, että maanalaiset kantavat rakenteet kykenevät välittämään kaikki kuormat, mitä rakennukselle tulee nosto- ja siirtotilanteessa. Tämän vuoksi maanpäällisten rakenteiden tutkiminen voitiin jättää vähemmälle.

Selvitystyö keskittyi siten maanalaisiin betoni- ja teräsbetonirakenteisiin. Maanpäälliset tiilirakenteet eivät ole selvitystyön kannalta merkittäviä. Tiilirakenteet ovat niin massiivisia, että ne eivät ole muihin rakenteisiin verrattuna vaurioherkkiä rakennuksen nosto- ja siirtotilanteessa.

Yleiset havainnot

Peruskorjauksissa ja muutostöissä on tehty varsin vähäisiä muutoksia rakennuksen kantavaan runkoon. Alapohjan itsekantavia teräsbetonilattioita on osin muutettu maanvaraisiksi teräsbetonilattioiksi. Puurakenteisia *rossipohjia* on uusittu.

Rakentamisajankohtana teräsbetonin (tb) käyttö on ollut hyvin uusi rakennustapa. Rakenteiden mitoitus on tehty todennäköisimmin saksalaisten ohjeiden mukaan. Ensimmäinen suomeksi käännetty alan julkaisu on vuodelta 1913. (Otto Weyerstall: Sementti, betoni ja rautabetoni). Siinä viitataan useissa kohdin ”preussilaisiin normeihin”. Julkaisu on ollut käytössä tätä selvitystyötä tehtäessä (liite 2.1). Teräsbetonirakenteiden toiminta ja mitoitus ovat jo tuolloin perustuneet samanlaiseen teoriaan ja mitoituskäytäntöön kuin nykyisinkin. Tosin käytetyt laskentakaavat ovat nykyisten kaavojen yksinkertaisempia versioita. Mm. rakenteiden *taipumaa* ei kyetty vielä tuolloin laskemaan. (Tämä johti rakenteiden korkeuksien ylimitoitukseen.) Mitoitusmenetelmänä on käytetty *sallittujen jännitysten menetelmää*. Mitoituksessa betonin sallitut puristuslujuudet ovat 20 – 45 kg/cm². Teräksillä sallitut vetolujuudet vaihtelevat välillä 600 – 1000 kg/cm². Teräslaatuja ei ole erikseen nimetty. Voidaan olettaa, että korkein sallittu

vetolujuus vastaa terästä, jonka *myötöraja* on 370 N/mm^2 , eli on nykystandardin mukaan S235J. Aikakaudella on myös ollut teräslaatuja, joiden *myötöraja* on ollut $300 - 340 \text{ N/mm}^2$. Liitteessä 2.4 on aikaisemmalta ajalta (1887) Suomessa käytetty taulukko, missä teräksen sallittu lujuus on ollut 25 %:a suurempi. Teräsbetonirakenteiden mitoittamista varten on ilmeisesti tarkoituksella alennettu *sallittuja lujuusarvoja*, koska teräksen ja betonin yhteistoimintaa ei vielä täysin tunnettu. Tämä on johtanut vankempiin rakenteisiin, kuin mihin nykyisillä mitoitusperusteilla päädytään.

Liitteessä 2.1 on aikakauden ohjeiden mukaan jälkilaskennalla selvitetty rakenteiden kapasiteetteja. Ne vastaavat hyvin toteutettuja rakenteita.

Liitteessä 2.5 on taulukoitu aikakauden rakennusten mitoituskuormitukset.

Rakennuksen tuuletetuissa alapohjissa ei havaittu home- tai kosteusongelmia. Ilma alapohjissa ei ollut tunkkaista. Alapohjan tuuletus on toiminut odotetulla tavalla.

Rakennuksen nykyinen sokkelikorkeus (luonnonkiven yläpinta) on $+96.40$ ($N2000$). Tontilla säilytettävän asuinrakennuksen sokkelikorkeus on $+97.70$. Viereisen Tammelankadun korkeusasema on noin $+97.00 - +97.20$. Rakennuksen pääty tulee sijaitsemaan noin 4 metrin päässä tästä kadusta. Jotta 500 mm korkea sokkelikivi näkyisi kokonaan, tulisi sokkelikorkeuden olla $+97.70$.

Rakennuksen uusi sijainti edellyttää rakennuksen nostamista ylöspäin 1300 mm. Nostotyö tehdään nykyisellä rakennuspaikalla ennen siirtoa. Siirtopalkit asennetaan vaakasuoraan koko rakennuksen alle noston jälkeen. Nostotyön periaatesuunnitelma on esitetty liitteessä 4.6. Nostorakenteiden tukeutuminen teräspaaluihin on esitetty liitteessä 4.8 ja *peruspilareihin* on esitetty liitteessä 4.9.

Maaperä

Toteutetuista perustamistaparatkaisista voidaan päätellä, että rakentajilla ovat olleet käytössä kattavat pohjatutkimukset. Liitteessä 2.2 ja 2.5 on esitetty aikakauden pohjatutkimuksen periaatteita ja kalustoa, kerrottu maanäytteiden ottamisesta, esitetty menettely maaperän

kantavuuden määrittämiseksi, sekä annettu ohjeet ”eri maaperien luvallisen kuormituksen määrittämiseksi”.

Selvitystyön tässä vaiheessa (maaliskuu 2014) tehtiin pohjatutkimuksia rakennuksen ympärillä, sekä osin myös tulevilla rakennuspaikalla. Vielä paikoillaan oleva viereinen rakennus ”Morkku” esti kattavien pohjatutkimusten tekemisen koko rakennuksen uudella sijoituspaikalla. Pohjatutkimusohjelman kartta on esitetty liitteessä 4.4. Kairausten toteutuneet sijainnit on esitetty Pohjatutkimuskartassa. Liite 3a.

Maaperäolosuhteet ovat tontilla selväpiirteiset. Kalliopinta vaihtelee tasolta +78.00 tasolle +85.00. Kallion pinta on ylimpänä tontin eteläpäädyssä ja viettää tasaisesti pohjoista kohti. Kallion päällä oleva keskitiivis tai tiivis moreenikerros vaihtelee tasolta +83.00 tasolle +90.00. *Moreenikerroksen* yläpinta ei noudata kallionpinnan vaihtelua, vaan *moreenikerroksen* paksuus vaihtelee 0,5 metristä 6,0 metriin.

Moreenin päällä on löyhiä *hiekk*a ja *silttikerroks*ia yhteensä 5,0 ... 13,0 metriä.

Pihan rakennetut kerrokset ovat noin 2,0 metrin vahvuiset. Pihan taso on keskimäärin +96.00.

Maanäytteiden vesipitoisuus on normaali vaihdellen 11 - 38%:n välillä. Löyhissä kerroksissa vesipitoisuus on suurempi.

Suoritetuissa kaivutöissä ei havaittu pohjavedenpintaa, kun alin kaivutaso oli +92.80.

Edellä mainitut korkeudet on ilmoitettu *N2000 korkeusjärjestelmän* mukaisesti. Kairaustulokset on esitetty liitteessä 3b.

Rakennuksen ympärillä ja alapohjien alapuolella oleva täyttömaa kaivetaan pois siirtosuunnitelmassa määriteltyn tasoon ennen rakennuksen nosto- ja siirtotyötä. Rakennuksen perustamistapa mahdollistaa näiden kaivutöiden tekemisen ilman suuria vaikeuksia.

Rakennuksen *stabiliteetti* kaivuvaiheessa tulee määrittää laskelmin. Mikäli peruspilareiden maaperän antama *sivuvastus(-tuki)* ei ole riittävä, niin liittämällä peruspilarit yhteen esim. teräspalkeilla, paranee *stabiliteetti* olennaisesti.

Perustukset

Vaikka rakennuksesta on *pääpiirustuksia* usealta eri aikakaudelta, niin talon kantavia rakenteita ei ole muutettu. Siirtoa ajatellen tämä on myönteinen asia. Voidaan kuitenkin jo tässä vaiheessa todeta, että rakennuksen siirtäminen on teknisesti mahdollista. Kaikki nostoon ja siirtämiseen liittyvät tekniset asiat pystyttiin ratkaisemaan tämän selvitystyön aikana. Oleellisimmat tekniset ratkaisut on esitetty liitteissä 4.6, 4.7, 4.8 ja 4.9.

Perustuksia tutkinutta ryhmää varten laadittiin suunnitelma erityyppisistä perustamistapavaihtoehdoista. Liite 4.3.

Vanhimmissa pääpiirustuksissa leikkauksissa ei ole esitetty rakennuksen perustamistapaa. Arkkitehtitoimisto Hanna Lyytinen Ky:n Rakennushistoriaselvityksessä mainitaan, että rakennus on perustettu luonnonkivien varaan. Tämä pitää paikkansa vain rakennuksen eteläosan suhteen. Kolmasosa rakennuksesta on perustettu näin.

Rakennuksen eteläpään perustukset uusitaan *tb-rakenteisiksi* jo nykyisellä rakennuspaikalla. Perustukset rakennetaan lamelleina ja kuormitus siirretään niille vaiheittain. Tämän selvityksen liitteessä 4.7 on esitetty perustusten uusimisen periaateratkaisu. Nykyistä sokkeliä tuetaan tilapäisillä terästuilla rakentamisen aikana.

Kuten A-Insinöörit Oy:n kuntokatselmuksessa on todettu, niin suurin osa (2/3 osaa) rakennuksesta on perustettu *teräsbetonisten palkkien* varaan. Palkistoa kutsutaan *perusmuuriksi*. Palkisto ei ole maanvarainen, vaan palkisto tukeutuu betonisten peruspilareiden avulla moreeniin.

Teräsbetonipalkisto on *staattisesti määräämätön jatkuvarakenteinen yhtenäinen arinarakenne*. (Pääpalkit ovat jatkuvia ja poikkipalkit ovat jäykästi kiinnitetty pääpalkkeihin.) Primääripalkkien korkeus on 900-1000mm ja leveys >700mm. Sekundääripalkkien korkeus on 900mm ja leveys on 300-500mm. Palkistoon on käytetty betonia noin 170 m³.

Betonin lujuutta on selvitetty poraamalla rakenteista betoninäytteet, mitkä on puristettu luokitellussa koestuslaitoksessa. Koekappaleiden

tutkimisessa on noudatettu voimassa olevia Betoninormeja 2012, BY50. Tutkimustulokset on esitetty liitteessä (x).

Peruspilarit on rakennettu *uppokaivorakenteena*. Aikakauden kirjallisuudesta selviää, että menetelmä on ollut yleisessä käytössä rakennusaikana. (Liitteet 2.2 ja 2.6). Betonipinnasta voidaan päätellä, että *uppokaivon* työputki on ollut rautaa tai terästä. Työputki on poistettu peruspilarin tekemisen jälkeen. (Viittauksia työputken käyttämiseen uppokaivoissa ei löytynyt kirjallisuudesta. Toisaalta mainintoja *kasuunien* ("caison") käytöstä löytyy. *Kasuuneja* on käytetty rakenteissa, missä perustukset on jouduttu ulottamaan pohjavedenpinnan alapuolelle. Maa työputken sisältä on poistettu koneellisesti. Aikakauden kaivukalustoa on esitetty liitteessä 2.2.

Pilareita on ulkoseinällä kolmea eri kokoa (D=1,5m, 1,7m ja 2,0m) ja väliseinien kohdilla kahta eri kokoa (D=1,2m ja 1,7m). Eri kokojen käyttö on riippunut pilarin kuormituksesta. Maksimi pohjapaine pilarin alapäässä on $1,4 \text{ MN} / 3,14 \text{ m}^2 = 0,45 \text{ MN/m}^2$ ($4,5 \text{ kg/cm}^2$). Liitteen 2.5 mukaan kuivalle "soran ja hiekansekaiselle savelle" voidaan sallia 3 – 6 kg/cm^2 pohjapaine. (*Moreeni* ei ollut vielä tuolloin käytössä maalajiluokituksena.) Samat sallitut *kantavuusarvot* ovat käytössä nykyisinkin.

Pilareiden perustamissyvyyttä ei tutkittu, mutta laskelmien perusteella voidaan olettaa, että ne ulottuvat moreeniin saakka. Pilarit ovat tällöin 7 – 11 m pitkiä. Joka tapauksessa *peruspilarit* helpottavat oleellisesti rakennuksen alapuolelta tehtäviä kaivutöitä, koska rakennus ei vajoa alaspäin kaivutöiden aikana. Pilareiden perustamissyvyys tulee selvittää ennen rakennuksen alapuolisten kaivutöiden aloitusta.

Peruspilarit kartoitettiin rakennuksen itä- ja pohjoisseinältä. Väliseinien peruspilarit on kartoitettu osittain. Peruspilareita arvioidaan olevan 26 kpl, niistä 16 on kartoitettu. Peruspilareihin on käytetty betonia noin 460 m^3 .

Peruspilareiden käyttö perustusrakenteina on osoitus rakentajien korkeasta ammattitaidosta.

Uudet ja vanhat perustukset yhdistetään siirtotilanteessa toisiinsa ulkoisilla vetotangoilla. Vetotangot esikiristetään tunkeilla.

Koska rakennusta nostetaan huomattavasti, niin myös rakennuksen eteläpään perustukset tuetaan teräspaalujen varaan jo nykyisellä paikalla. Nostotyö tehdään koko rakennuksen osalta tukeutuen paaluihin tai *peruspilareihin*.

Alapohjat

Alapohjat ovat osin teräsbetonia (*'rautabetonia'*), ja osin puurakenteisia (*'rossipohjia'*). Tb-lattiat on raudoitettu ratakiskoilla $k \sim 900\text{mm}$ jaolla. Lattioiden lämmöneristeenä on käytetty koksikuonaa. Teräsbetoni-alapohja toimii erinomaisena vaakajäykisteenä rakennuksen siirtotilanteessa.

Teräsbetonirakenteisista alapohjista on muutostöiden yhteydessä muutettu itsekantavista maanvaraisiksi. Näissä tapauksissa lattioiden hyödyntäminen vaakajäykisteenä siirtotilanteessa on kyseenalainen. Maanvarainen lattia ei välttämättä tukemattomana kannata omaa painoaan. Kun rakenteen alapuoliset kaivutyöt on tehty, niin näiden lattioiden kohdalla tarkastellaan huonekohtaisesti, puretaanko lattia, voidaanko se tukea altapäin vai kestääkö se tukematta.

Niissä kohdissa, missä on puinen rossipohja, on myös luonnonkivistä tehty "kivijalka" ja matala ryömintätila. (Tähän on kaksi poikkeusta rakennuksen keskiosassa.) Puiset alapohjat joudutaan purkamaan kokonaan uusien perustusten rakentamisen vuoksi. Puisia alapohjia on uusittu rakennuksessa eri aikakausina. Mm. silloin, kun rakennuksen alkuperäiset pystymuurit on poistettu. Puisten alapohjien lämpöeristeet vaihtelevat riippuen lattian uusimisen ajankohdasta.

Ulkoseinät

Ulkoseinät ovat tiilirakenteisia, paksuudeltaan $\sim 600\text{mm}$. Seinät on muurattu *ristilimityksellä*. Tämä vahvistaa sen käsityksen, että seinät ovat umpinaisia, eikä välissä ole ilmarakoja. Kohdissa, missä tiiliseiniä on kolhittu, nähdään, että tiilet eivät ole reikätiiliä. Seinien painoa laskettaessa ne on määritelty umpinaisiksi. Seinien rakenne on esitetty liitteessä 2.3 (Fig 4, Fig 6 ja Fig 8). Vastaava rakenne on esitetty myös suomalaisessa teoksessa. Liite 2.6 (K 2)

Väliseinät

Alkuperäiset väliseinät ovat kaikki tiilirakenteisia. Niiden paksuus on 300-500mm. Käytännössä nämä kaikki seinät ovat kantavia seiniä, johtuen yläpohjan rakenteesta. Rakenteen painoa määritettäessä muuratut seinät on oletettu umpinaisiksi. Seinien rakenne ja liittyminen ulkoseiniin on esitetty liitteessä 2.3 (Fig 4, Fig 6 ja Fig 8).

Vuosien kuluessa on rakennukseen tehty puurunkoisia kevyitä väliseiniä. Niiden painoa ei ole erikseen laskettu, vaan ne on huomioitu laskelmissa kohdassa 'hyötykuorma'.

Poikittaisilla raskailla väliseinillä on oleellinen osuus rakennuksen maanpäällisen osan jäykistyksessä siirtotilanteessa.

Välipohjat

Rakennuksen korkeassa pohjoispäässä on kaksi paikalla valettua t-b-laattaa välipohjina. Niillä on merkitystä rakennuksen jäykkyyttä laskettaessa. Rakennuksen painoa määritettäessä on oletettu niissäkin olevan eristeenä koksikuonaa.

Yläpohjat

Kaikki yläpohjat ovat t-b-rakenteisia. Yläpohjia ei tarvitse purkaa siirtorakenteiden tieltä missään tapauksessa. Yläpohjilla on suuri merkitys tiiliseinien tukemisessa siirtotilanteessa. Matalan osan yläpohjan yläpuoliset rakenteet on huomioitu rakennuksen painossa kohdassa 'hyötykuorma'. Yläpohjan lämpöeristeenä on käytetty koksikuonaa.

Vesikatto

Rakennuksen vesikatto on puurakenteinen huopakatto. Vesikatolla ei ole merkitystä rakenteen jäykkyydessä.

Ovet ja ikkunat

Ovien ja ikkunoiden *holvauksessa* on käytetty sekä suorita, että kaarevia *holvauksia*. *Holvaukset* ovat säilyneet ehjinä, eikä niissä ole halkeamia tai muodonmuutoksia. *Holvauksia* on esitetty liitteessä 2.6. (K2, K3, K4 ja K6).

Korkeat sokkelipalkit ja tiilinen *perusmuuri* sen päällä mahdollistavat sen, ettei ovi- ja ikkuna-aukkoja tarvitse huomioida rakennuksen jäykkyyttä määritettäessä. Ovi- ja ikkuna-aukkoja ei tarvitse erikseen tukea nosto- tai siirtotilanteessa.

Liikuntasaumat

Rakennuksessa ei ole havaittu *liikuntasauvoja*.

Lämmitysjärjestelmä

Rakennus on alun perin ollut puulämmitteinen. Myöhemmin rakennukseen on asennettu vesikiertoinen keskuslämmitysjärjestelmä ja puu-uunit on poistettu tässä yhteydessä. Hormit ovat jäljellä yläpohjan yläpuolella.

Keskuslämmitys on ollut alun perin puulämmitteinen ja muutettu myöhemmin öljylämmitteiseksi.

Nykyisin rakennus on kytketty kaukolämpöön.

LVIS työt

Siirrettäessä rakennusta joudutaan kaikki rakennukseen johtavat liittymät purkamaan ja rakentamaan uudelleen.

Rakennuksen lämmönvaihtimen kautta hoidetaan myös 'Morkun' ja sen vieressä olevan asuintalon lämmitys ja käyttöveden saanti.

LVIS-työt käyttökatkoksineen edellyttävät em. alojen suunnitelmien laatimista alan asiantuntijalla.

Rakennukseen tulee ratapihan puolelta turvalaitekaapeleita. Ne tulee poistaa ennen kaivutöitä.

Purkutyöt

Rakennuksessa joudutaan tekemään purkutöitä ennen siirtoa. Ennen purkutöitä tulee selvittää purettavien materiaalien haitta-ainepitoisuudet voimassa olevan lainsäädännön ja kiinteistön omistajan ohjeiden mukaisesti.

A-Insinöörit Oy on vuonna 2009 laatimassa Purkutyöselvityksessä on tehty asbestikartoitus.

8. EDELLYTYKSET RAKENNUKSEN SIIRTÄMISELLE

Siirtosuunnitelmassa lähdetään siitä, että rakennuksen kantava teräsbetonipalkisto on riittävän jäykkä noston ja siirron aikaisia kuormitustilanteita varten. Ellei tb-rakenteen oma kapasiteetti ole riittävä, niin palkistoa jäykistetään ulkoisilla teräsosilla. Jäykistämistä joudutaan tekemään sen vuoksi, että siirron aikana tukipisteet sijaitsevat eri paikoissa, kuin minne ne on alun perin suunniteltu.

Rakennuksen tiilirunkoa ei huomioida rakennuksen jäykkyyttä määriteltäessä. Tiilirunko huomioidaan ainoastaan kuormana. Rakennuksen teräsbetoniset alapohjat huomioidaan palkistoa jäykistävänä rakennusosana. Tässä yhteydessä pitää kuitenkin huomioida, että alapohjat eivät tukeudu suoraan tb-palkistoon, vaan tiilisen perusmuurin välityksellä.

Sokkelipalkin yläpinnassa on läpivientejä kaapeleita, kaukolämpöputkia ja viemäreitä varten. Läpiviennit betonoidaan umpeen ennen nostotyötä.

Ennen rakennuksen nostoa, tulee rakennuksen alusta kaivaa auki riittävässä laajuudessa. Jos kaivu tehdään täydessä laajuudessa ennen siirtoa, niin noston jälkeen alustaa joudutaan täyttämään siirtoratojen rakentamisen takia. Kaivutyö kannattaa vaiheistaa niin, että vain välttämättömin osa kaivetaan ennen nostoa. Nostorakenteiden asennus edellyttää kaivutöitä peruspilareiden ympärillä.

Seuraavassa vaiheessa rakennus nostetaan tunkeilla siirtopalkkien varaan. Rakennuksen koko huomioiden nostoa ei voida tehdä yhdellä kertaa, vaan se tulee tehtäväksi vaiheittain. Tiilirakenteen jäykkyyttä ei huomioida nosto- ja siirtotilanteessa. Eri nostopisteiden välillä sallittava *kulmamuuoksen* toleranssi on $L/1500$. Siinä L tarkoittaa etäisyyttä kahden eri nostopisteen välillä.

Nostotyö kannattaa toteuttaa siten, että nostokohdat tukeutuvat nykyisiin peruspilareihin ja lyötäviin tai puristettaviin teräspaaluihin. Tällöin nostotyö voidaan tehdä alapohjan yläpuolella. Tällöin rakennuksen alapuolella tehtävä työ vähenee ja rakennuksen *stabiliteetti*

pysyy vakiona koko nostotyön ajan. Nostotyön periaateratkaisu on esitetty liitteessä 4.6.

Rakennuksen vaakasiirtoa varten tulee olla tiedossa siirtopalkiston jäykkyys, liukulaakereiden kitkakerroin sekä työntötunkkien määrä ja sijainti. Kaikki tehtävät vaakajäykisteet rakennuksessa suunnitellaan näiden tietojen perusteella. Siirtokaluston ominaisuudet vaihtelevat urakoitsijakohtaisesti.

Rakennuksen eteläosan uudet perustukset suunnitellaan siten, että ne rakennetaan kahdessa vaiheessa. Ensin rakennetaan perustukset siten, että siirtoratojen kohdille jää varaukset. Rakennus lasketaan ensimmäisessä vaiheessa tehtyjen perustusten varaan. Kun siirtoradat saadaan purettua, niin voidaan tehdä perustukset valmiiksi.

Lopuksi puretaan tehdyt lisäjäykisteet ja korjataan siirtotyön takia avatut rakenteet.

LVIS-työt tehdään eri suunnitelman mukaisesti.

Siirtorakenteiden asentaminen ja siirtotyö voidaan tehdä nykyisen tontin alueella ja junaliikenne ei vaarannu tai häiriinny työaikana. Kaivu- yms. töiden yhteydessä rautatiealueen välittömässä läheisyydessä tulee noudattaa Liikenneviraston ohjetta ”Radanpidon turvallisuusohjeet” (TURO).

9. ALUSTAVA SIIRTOSUUNNITELMA

Rakenteista tehdyn kartoituksen perusteella rakennuksen paino on 42 MN (4200 tonnia). Tässä ei ole huomioitu mahdollisia lattioiden tai seinien ylitasoituksia tai rakenteiden lisälämmöneristystä. Toisaalta ikkuna- ja oviaukkoja ei ole huomioitu keventävinä tekijöinä. Painon toleranssi on -10%/+15%:a. Omasta painosta syntyvät kuormat on esitetty liitteessä 4.2.

Siirtoradat asennetaan vaakasuoraan. Rakennusta ei voi siirtää alamäkeen tai ylämäkeen.

Siirtoratojen päällä käytetään Teflonista valmistettuja liukulaakereita. Pyöriä tai rullia ei voi kuorman suuruuden takia käyttää laakereina.

Mikäli rakennus siirrettäisiin kohtisuoraan (ts. siirtoradat ovat 90° kulmassa rakennukseen), niin siirtoratojen tarve vähenisi puoleen. Selvitystyön aikana saatu kaavaluonnos määrittää, että rakennuksen siirtosuunta poikkeaa kohtisuorasta noin 15 astetta. Tämä lisää siirtoratojen lukumäärää. Rakennuksen peruspilareiden suuri lukumäärä rajoittaa siirtoratojen sijoittelua.

Alustavassa siirtosuunnitelmassa on siirtoratojen väli 3200...5000 mm. Siirtoratoja on 11 kpl. Siirtoratojen pituus on noin 50 m, mikäli siirtomatka on 24 m.

Nosto/tuentapisteitä on 45 kpl. Tällöin kuorma eri pisteissä vaihtelee 500-1500 kN (50-150 tonnin) välillä.

Siirtosuunnitelmaa laadittaessa tulee varautua siihen, että rakennuksessa on liikuntasauvoja. Liikuntasauvojen aiheuttamat epäjatkuvuuskohdat korjataan asentamalla rakennuksen pitkittäisille kantaville seinille esijännitettävät terästangot. Tangot asennetaan pareiksi seinän ala- ja yläosaan. Tankojen jännitysvoiman määrittelee siirtosuunnitelman laatija.

Alustava suunnitelma siirtoratojen sijoituksesta on tämän selvityksen liitteenä 4.5.

10.ALUSTAVA PERUSTAMISTAPALOUSUNTO

Saatujen maaperätutkimusten perusteella todetaan, että rakennuksen tulevalla sijaintipaikalla on löyhiä tai enintään keskitiiviitä maakerroksia, joiden paksuus vaihtelee. Kun lisäksi rakennuksen runko keskittää kuormituksia pisteisiin ja pisteiden kuormat vaihtelevat keskenään, on uudet perustukset paalutettava. Tällöin ei pisteiden välille synny sellaisia painumaeroja, jotka aiheuttaisivat halkeamia rakenteisiin.

Siirtoradat perustetaan maanvaraisesti >600 mm tiivistetyn murskepatjan päälle.

11.SELVITYKSEN JATKOTOIMENPITEET

Koska selvityksen tilaaja ja kiinteistön omistaja ovat eri tahot, niin tämä selvitys pyrkii osaltaan avaamaan esille tulevia kysymyksiä.

Rakennuksen siirto tulee suunnitella ja toteuttaa siten, että rakennuksen kunto ja käyttöikä ei alene. Käytännössä tämä on mahdollista Suomessa käytössä olevan tietotaidon, tekniikan ja kaluston osalta. Selvityksessä ei sidota tai rajoiteta siirtotyön toteuttamista mihinkään erityiseen yritykseen tai kalustoon.

Rakennuksen alapohjan rakenne mahdollistaa alapohjan alapuolisten tilojen hyötykäytön jatkossa.

Siirtotyön kustannusarvio ei sisällä piha-alueiden rakentamista, rakennuksen peruskorjauskustannuksia, eikä LVIS töiden osalta rakennuksen käyttökuntoon saattamista. (LVIS töistä on esitetty karkea arvio.)

12.ALUSTAVA KUSTANNUSARVIO

Siirtotyötä ja sitä edeltävien tai rinnakkaisten töiden kustannusarvio:

1. Maaperätutkimukset	30000 €
2. Rakennuksen perustamistavan selvitys	15000 €
3. Perustusten kunnan selvitys	10000 €
4. Rakennuksen rungon laadun selvitys	5000 €
5. Haitta-ainepitoisuuksien selvitys	4000 €
6. Nykyisten perustusten ja seinien vahvistaminen ja jäykistäminen	100000 €
7. Paalutukset nykyisellä paikalla	50000 €
8. Uusien perustusten rakentaminen	200000 €
9. Haitta-aineita sisältävien rakenteiden purku	30000 €
10. LVIS-töiden muutostyöt	50000 €
Yhteensä	494000 €

Rakennuksen siirtotyö 620000 €

Muutos- ja lisätyöt 56000 €

Rakennuttamiskustannukset 62000 €

Yhteensä 1232000 €

13. URAKKAKYSELYN JÄRJESTÄMISESSÄ HUOMIOITAVAA

Urakkatarjouksessa urakoitsijan tulee varautua mm. seuraaviin asioihin:

1. Urakoitsijalla tulee olla työn vaativuuden edellyttämä pääsuunnittelija.
2. Tilaaja tarkastaa urakoitsijan laatiman siirtosuunnitelman.
3. Siirtokalusto tulee tarjousvaiheessa mitoittaa siirtorakenteet 25% painon lisääntymiseen rakenteissa.
4. Rakennuksen tb-palkisto tulee pituus- ja poikkisuunnassa jäykistää vetotangoilla. Urakoitsijan rakennesuunnittelija määrittelee rakennuksen jäykistämisen tarpeen. Periaatesuunnitelma on tämän selvityksen liitteenä (x)
5. Rakennuksen nykyisten perustusten ja seinien tukeminen ja vahvistaminen kuuluu urakkaan. Rakenteet voivat olla mm. esijännitetyjä tb-rakenteita tai teräsrakenteita.
6. Huolehdittava kaikkien purettavien rakenteiden purkujätteen asianmukaisesta käsittelystä.
7. Urakoitsija vastaa kaikkien siirtotyön aikana purkamiensa rakenteiden saattamisesta ennalleen.

14. YHTEYSTIEDOT

Tämän selvityksen on laatinut:

Megasteel Oy
Erkki Mäki
Pitkäsillankatu 23
67100 KOKKOLA
gsm 0400 167 067
email erkki.maki@ccinfra.fi

15.LIITTEET:

1.Selvitystyötä varten laaditut asiakirjat

2.Käytetty lähdeaineisto

3.Tutkimustulokset

a. Pohjatutkimuskartta

b. Kairausdiagrammit

c. Laboratoriotutkimukset

4.Alustavat laskelmat ja suunnitelmat

Lihavoidut liitteet ovat mukana tässä asiakirjassa. Muut liitteet ovat erillisessä kansiossa.

Liite 1

Asiakirjat:

11. Yleissuunnitelma (2.2.2014 / 20.3.2014)
12. Turvallisuusasiakirja versio 1.0 (23.1.2014)
13. Turvallisuussuunnitelma (6.3.2014)
14. Maaperätutkimusohjelma (24.2.2014)
 - a. Pohjatutkimusohjelma, kartta
15. Maaperätutkimusten kaivutyösuunnitelma (6.3.2014)
 - a. Makasiinin perustamisvaihtoehtoja
16. Kulkuaukkojen avaamisen toimenpideohjelma (5.3.2014)

Kirjallisuus:

21. Otto Weyerstall: Sementti, Betoni ja Rautabetoni, 1912

Edelläolevissa taulukoissa ovat σ_a ja σ_b , etäisyys x , korkeus $(h-a)$ ja poikkileikkaus f_e ilmoitetut erilaisten yhdistelmien avulla. Suunnitelmia varten tarvitaan luonnollisesti vain kahta viimeistä saraketta. (Mitat cm:ssä, momentit cmkg).

Merkkien selitykset.

- Kaavoissa ja esimerkeissä käytetyt merkit:
- p = liikkuva kuormitus.
 - g = oma paino.
 - P = kokonaiskuormitus.
 - l = jännitysväli.
 - M = taivutusmomentti.
 - $n = 15$.
 - h = katon tai palkin korkeus.
 - a' = etäisyys raudan painopisteestä äärimmäiseen puristusreunaan.
 - a = etäisyys raudan painopisteestä äärimmäiseen veto-reunaan.
 - x = etäisyys nollaviivasta äärimmäiseen puristusreunaan.
 - y = etäisyys nollaviivasta puristus-puolisuunnikkaan painopisteeseen.
 - f_e = vetoa ottavan raudan poikkileikkaus.
 - f_e' = puristusta ottavan raudan poikkileikkaus.
 - b = levyn tai palkin leveys.
 - b_r = palkin leveys tasapalkeissa.
 - d = levyn paksuus tasapalkeissa.
 - σ_b = puristusjännitys äärimmäisessä puristussyssä.
 - σ_a = vetojännitys vetoa ottavassa raudassa.
 - σ_a' = puristusjännitys ylimmäisessä vetoa ottavassa raudassa.
 - τ_a = työntöjännitys.
 - τ = tartunta- eli kitkajännitys.
 - Q = transversaalivoima.
- Rautabetoni-kuutiometrin paino = 2400 kg.

Taulukko II.

Määrätyt jännitykset kg/cm ²		Silloin on etäisyys x (cm)	Tarvittava	
σ_a	σ_b		Korkeus $(h-a)$ (cm)	Raudan poikkileikkaus f_e (cm ²)
1000	45	$0,408(h-a)$	$0,837\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00224\sqrt{M \cdot b}$
1000	44	$0,399(h-a)$	$0,828\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00217\sqrt{M \cdot b}$
1000	42	$0,387(h-a)$	$0,816\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00208\sqrt{M \cdot b}$
1000	40	$0,372(h-a)$	$0,800\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00200\sqrt{M \cdot b}$
1000	38	$0,358(h-a)$	$0,780\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00190\sqrt{M \cdot b}$
1000	36	$0,341(h-a)$	$0,758\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00180\sqrt{M \cdot b}$
1000	34	$0,328(h-a)$	$0,740\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00172\sqrt{M \cdot b}$
1000	32	$0,315(h-a)$	$0,724\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00165\sqrt{M \cdot b}$
1000	30	$0,301(h-a)$	$0,709\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00159\sqrt{M \cdot b}$
1000	28	$0,289(h-a)$	$0,695\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00153\sqrt{M \cdot b}$
1000	26	$0,279(h-a)$	$0,682\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00147\sqrt{M \cdot b}$
1000	24	$0,268(h-a)$	$0,670\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00142\sqrt{M \cdot b}$
1000	22	$0,258(h-a)$	$0,659\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00137\sqrt{M \cdot b}$
1000	20	$0,249(h-a)$	$0,649\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00132\sqrt{M \cdot b}$

IX. Rautabetoninrakenteiden laskemiseen käytettävät kaavat.

1. Kun tasaisten levyjen ja suorakaiteen-muotoisten palkkien rakennemit ovat tunnetut, on betonissa ja raudassa syntyvät jännitykset (σ_a ja σ_b) laskettava:

$$x = \frac{n \cdot f_e}{b} \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2b(h-a)}{n \cdot f_e}} \right]$$

$$\sigma_b = \frac{2M}{b \cdot x \left(h - a - \frac{x}{3} \right)}$$

$$\sigma_a = \sigma_b \frac{n(h-a-x)}{x}$$

$$= \frac{M}{f_e \left(h - a - \frac{x}{3} \right)}$$

$$\tau_a = \frac{Q}{b \left(h - a - \frac{x}{3} \right)}$$

$$\tau = \frac{\tau_a \cdot b}{u}$$

2. „Normaalitapaus“. Käytettäessä korkeimpia sallittuja jännityksiä $\sigma_b = 40$ kg/cm², $\sigma_a = 1000$ kg/cm² ovat rakennemit laskettavat. (Arvot saadaan taulusta II).

$$h - a = 0,32 \cdot \sqrt{\frac{M}{b}}$$

$$f_e = 0,0022 \sqrt{M \cdot b}$$

Määrätyt jännitykset kg/cm ²		Silloin on etäisyys x (cm)	Tarvittava	
σ_a	σ_b		Korkeus $(h-a)$ (cm)	Raudan poikkileikkaus f_e (cm ²)
900	40	$0,400(h-a)$	$0,830\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00207\sqrt{M \cdot b}$
900	35	$0,392(h-a)$	$0,820\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00200\sqrt{M \cdot b}$
900	30	$0,383(h-a)$	$0,815\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00193\sqrt{M \cdot b}$
900	25	$0,374(h-a)$	$0,809\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00186\sqrt{M \cdot b}$
900	20	$0,365(h-a)$	$0,800\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00180\sqrt{M \cdot b}$
800	40	$0,428(h-a)$	$0,807\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00207\sqrt{M \cdot b}$
800	35	$0,399(h-a)$	$0,806\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00200\sqrt{M \cdot b}$
800	30	$0,380(h-a)$	$0,800\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00193\sqrt{M \cdot b}$
800	25	$0,371(h-a)$	$0,800\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00186\sqrt{M \cdot b}$
800	20	$0,378(h-a)$	$0,825\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00217\sqrt{M \cdot b}$
700	40	$0,481(h-a)$	$0,808\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00212\sqrt{M \cdot b}$
700	35	$0,449(h-a)$	$0,878\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00451\sqrt{M \cdot b}$
700	30	$0,485(h-a)$	$0,837\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00429\sqrt{M \cdot b}$
700	34	$0,481(h-a)$	$0,800\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00412\sqrt{M \cdot b}$
700	32	$0,407(h-a)$	$0,829\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00398\sqrt{M \cdot b}$
700	30	$0,381(h-a)$	$0,848\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00371\sqrt{M \cdot b}$
600	40	$0,500(h-a)$	$0,887\sqrt{\frac{M}{b}}$	$0,00379\sqrt{M \cdot b}$

	Siv.
Paalujen upotuskustannukset	120
Paalutuskirja	122
Paalujen tasaus	123
heiturisahalla	124
sirkkeisihalla	125
sementtihakalla	125
Pystypaalujen maasta vetäminen	126
Rautapaalut	128
Betonipaalut	132
Sementti, sementtilaasti, betoni.	135
romsementti	135
portlandsementti	141
Sementtilaasti	142
Betoni	142
Betonin valmistus	144
eri aineksien keskinäinen suhde	144
paikalleenasetus	150
Punttiseinät	154
Patorakennuksista	160
Patojen täytemaa	161
paksuus	163
vuotavan padon tiivistys	164
patojen hajotus	165
Veden nostolaitoksista	166
Mäntöpumput	172
Diafragma-pumput	173
Suihkupumput	173
Centrifugaalipumput	174
Pulsometrit	174

lävitse hyvään pohjaan saakka eli on tuota huonoa maakerrosta jollakin tavalla koetettava vahvistaa ja tiivistää.

Täyte-maa on aina hyvin epävarma rakennuksen alusta, se kun useimmiten on hyvin epätasaista ja vajoavaa. Jos rakennus on semmoiselle maalle asetettava niin on sen perustus välttämättömästi keinotekoisesti vahvistettava.

Eri maaperien luvallinen kuormitus. Yleisenä sääntönä rakennusalalla on se, että rakennuksen paino yhdelle pintayksikölle sen perustuksesta saa olla ainoastaan $\frac{1}{10}$ siitä kuormasta minkä alla oleva maaperä voisi kannattaa, eli toisin sanoen: perustusrakennuksissa on käytettävä 10-kertaista varmuutta. Tätä noudattaen on, moninaisten kokeiden ja tutkimusten perustuksella, eri maa-lajeille saatu seuraavat arvot niiden luvalliselle eli n. k. sallitulle kuormitukselle:

Pii- eli ukonkivikallio	130 kg □:cm
Gneissi	87 " "
Graniitti	80—130 " "
Hiekkakivi	70 " "
Kalkkikivi	30 " "
3 m paksuinen hiekka- ja sora-kerros	4—5 " "
S:a tiivis savikerros	2—3 " "
Kivisekainen hiekka- ja savi-kerros	7—10 " "
Makaava arina	2—3 " "

Perustus-rakennuksista.

Tutki pohja ennenkun rakennat. Tämä rakennustaidon ensimmäinen perussääntö velvoittaa jokaisen rakentajan tarkoin tutkimaan sen paikan alla olevien maakerrosten *laadun ja vahvuuden*, mihin rakennus on ajottu rakentaa, voidakseen siitä päättää josko tuo rakennus-paikka on jo itsestäänsä tarpeeksi luja ja kestävä eli onko sitä jollakin tavoin keinotekoisesti vahvistettava. Sitä paitsi on tässä vielä useinkin otettava selville kuinka laajoja nuo eri maakerrokset ovat sekä miten vesi, ilma, lämpö ja kylmyys niihin vaikuttavat.

Parhain pohja, mille huolehti saa rakentaa, on kiinteä kallio, sekä myöskin semmoiset paksimmat sora- ja hiekkakerrokset, jotka ovat muodostuneet esi-aikaisen tulvaveden vaikutuksesta ja siten aikain kuluessa kerinneet painua ja puristua tarpeeksi tiiveiksi ja kestäviksi eivätkä ole virtaavan pohjaveden haittaamia, jota vastoin kaikilla muilla enemmän huokoisilla maaperillä seisovat rakennukset vajoavat, niiden alla olevat maakerrokset kun puristuvat kokoon. Jos tämä vajoaminen on yli 2,5 cm. eli on erilainen rakennuksen

Betoni alusta (0,75—1 m paksuinen tukevalla alustalla)	4—5 kg. □:cm
Tavallinen tiilimuuri kalkkilaastissa	4 " "
Parempi s:a	7 " "
Kovaksi poltetuista tiileistä muodostettu sementtilaastinen muuri	14 " "
Hiekkakivimuuri sementtilaastissa	14 " "
Kylmä louhoskivimuuri	10 " "
S:a s:a kiilatusta kivistä	20 " "
Graniittimuuri sementtilaastissa	25 " "
S:a s:a hakatusta kivistä	50 " "

Maaperän tutkiminen.

Pienempien, keveämpien rakennusten rakennuspaikan tutkimisen voi supistaa seudun silmämääräiseen tarkastukseen, varsinkin jos lähistöllä on joku syvämpi maahauta, kuoppa eli kaivo, josta maakerrosten laatu ja vahvuus voidaan määritellä, vaan suurempia ja kalliimpia rakennuksia varten on rakennuspaikan alainen maaperän tutkiminen tehtävä sitä tarkemmin ja huolellisemmin kuin raskaampi rakennettava rakennus on ja kuta huonommiksi eri maakerrokset pohjan alla ovat osoitautuneet. Tutkimus on tällöin ulotettava ei ainoastaan sille alalle minkä ajottu rakennus tulee

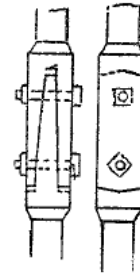
täyttämään eli niihin osiin siitä, mihin suuremmat painot tulevat kohdistumaan (pilarien ja seinien alta) vaan myöskin noin 6 à 10 m rakennuspaikan ulkopuolellekin, selvän saamiseksi siitä, miten eri maakerrokset rakennuspaikalla suhtautuvat toisiinsa.

Maaperän tutkiminen voidaan toimittaa

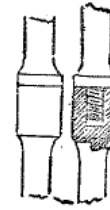
- Maasalolla.
- Kairaten.
- Kaivamalla.
- Koepaaluttamisella.
- Koekuormituksella.

a) *Maasalon avulla* saadaan maaperän eri osista ainoastaan osapuinen selvitys, tässä kun ei voida saada maata salon eli rassin kanssa ylösnousemaan. Tätä tutkimustapaa käytetäänkin useimmiten ainoastaan varman pohjan syvyyden määrittämiseen maan alla. Tutkimus toimitetaan noin 3 à 5 cm vahvuisen ja noin 3 à 4 m pitkän rautatangon = rassin avulla. Tangon poikkileikkauksen muoto voi olla joko pyöreä tai kulmikas ja on tanko alapäästään aina teroitettu suipoksi. Jos varma pohja tutkimuskohdalla on niin syvällä että yksi tanko ei sinne voi ulottua, niin jatketaan sitä toisilla n. k. liitetangoilla siksi kunnes varma pohja saavutetaan. Tangot liitetään joko haarukka- eli ruuvi-liitteellä toisiinsa siihen tapaan kuin kuvat 1 ja 2 esittävät. Joskus näkee rassitangon sivui-

hin koverretun ylöspäin aukenevia lovia, jotka tankoa ylös vetäessä täyttyvät sillä maalajilla, mihin kukin lovi on päässyt uppoamaan; näiden tarkoitus on ylösnostettaessa tuoda näytteitä päällyskamaraan alaisten maakerrosten laadusta, vaan useimmissa tapauksissa ottavat ne ylöstullessaan näytteitä myös kaikista muistakin maikkalansa kohtaamistaan eri kerroksista, joten niiden antama selvitys eri kerrosten laadusta ja mitoista on useimmiten hyvin epämääräinen. Tottunut tangon upottaja voi kuitenkin siitä äänestä, jontekin suurella varmuudella päättää minkälaiseen maahan sen alapää kulloinkin on joutunut.



Kuva 1.

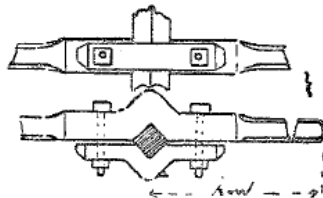


Kuva 2.

Usein laitetaan rassit ontoista rautaputkista, ne kun ovat hyvin keveitä ja siis helppoja siirtää paikasta toiseen, joka esim. rautateiden tutkimustöissä tulee usein tapahtumaan. Alimman putken alapää on silloin tukittava teräksisellä, teräväksi taotulla tulpalla ja liitetään putket toisiinsa n. k. muhvien eli ruuvikierteillä varustettujen mutterien avulla.

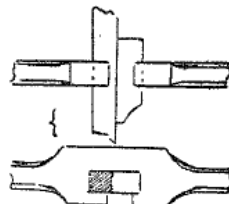
Rassit upotetaan maan sisään joko moukarilla annettujen lyöntien eli tasaisen painon ja saman-

aikaisen kiertämisen avulla. — Molemmissa tapauksissa täytyy tankoon kiinnittää n. s. käsi-

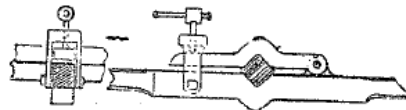


Kuva 3.

rauta josta kuvat 3, 4 ja 5 esittävät eräitä käytännössä enimmin esiintyviä muotoja. Jos tangon eri osat ovat liitetty toisiinsa ruuvikierteillä niin täytyy sen kiertäminen tapahtua aina myötäpäivään, sil-



Kuva 4.



Kuva 5.

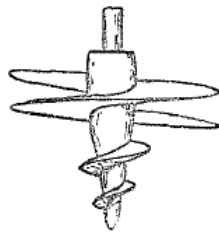
lä vastaisessa tapauksessa voivat tankojen liitoskohdat helposti päästä aukenemaan, jolloin tangon alemmat osat jäävät maan sisälle.

Tankojen nosto tapahtuu joko vetämällä eli vipuamalla.

b) *Kairaten* tutkittaessa saadaan maaperästä paljo tarkemmat ja luotettavammat tulokset kuin rassin avulla. — Tähän tarkoitukseen käytetään useanlaatuista *kairoja*, aina sen mukaan miten kovaa ja kiinteätä tutkittava maa on. Kiinteässä maassa käytetään varsinaisia *maakairoja*, hiekkamaassa *hiekkakairoja* ja kalliiossa *talita-* eli *meissel-kairoja* tahi muita *kivokairoja*. Näissä ovat kairanterät aina kiinnitetyt pitempiin rautatangoihin, joiden avulla ne pakotetaan kiertymään. Syvemmälle pyrkiessä ovat kairan varret koottavat useammista lyhemmistä osista, jotka liitetään toisiinsa samalla tavalla kuin rassien liite-osat ja kääntämistä varten kiinnitetään niihin samanlaiset käsi- raudat kuin edellä esitettiin.

Maakairoja löytyy useita eri malleja, joista kuvissa 6—9 esitetyt ovat yleisemmin käytettyjä. Ne ovat valmistetut joko teräksestä eli takoraudasta ja vaihtelevat läpimitaltaan 7—12 ja pituudeltaan 30—80 cm välillä.

Kuva 6 esittää n. s. *ruuvikairaa*, jota käytetään kiinteämmässä (savi- ja kangas-)maassa. Siinä on kaksi eri ruuvikierrettä, joista alimainen imee kairaa alempaan ja päällimmäinen nostaa maata ylöspäin. *Teräkairaa* (kuva 7) käytetään tavallisesti turpeiden ja juurien täyttämässä pintamaassa. Avoinainen *lierikaira* (kuva 8) on parhain savimaita kairatessa ja kutsutaankin siitä syystä usein *savi-*



Kuva 6.



Kuva 7.



Kuva 8.



Kuva 9.

kairaksi. Siinä on kairan alalaidan puolikas käännetty ruuvipinnan muotoisesti sisällepäin, joten kaira kiertäessään helposti imeytyy maan sisään. Ruuvin irrottama maa puristautuu lieriön sisälle, jossa se sitten nostetaan ylös. Vetelässä eli hyvin hiekan sekaisessa savi- maassa käytetään mieluummin kuvassa 9 esitettyä avonaista *kartiokairaa*, jonka

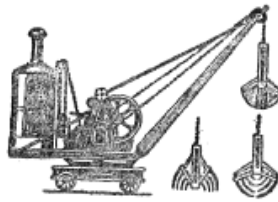
alaosa on umpinainen, joten vetelä maa nostettaessa pysyy paremmin sen sisässä.

N. s. *lusikkakairat* eroavat edellisistä siinä että niiden keskiosana on ainoastaan lieriön puolikas, jonka alareuna on käännetty vietosti sisällepäin. Niitä käytetään erilajissa kiinteissä maaperissä.

69

kauhaa rimmakkain, joista toisella kaivetaan, kun toista, ylhäällä olevaa tyhjennetään.

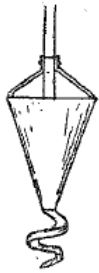
Kun työ useammilla näistä koneista toimitetaan miesvoimalla, niin edistyy se tavallisesti hyvin hitaasti, josta syystä viime aikoina pystytävissä, pystysuoraan toimitettavissa kaivostöissä



Kuva 58.

on yleisemmin aljettu käyttää n. s. *kourakoneita* (Grabb), joita käytetään höyryn voimalla. Niissä on joko lautan eli vaunun päälle asetettu vahva, raudasta valmistettu ja höyryvintturilla varustettu nostorana (kuva 58), jonka avulla ketjuissa riippuvat *kaivoskourat* täytetään ja nostetaan. Kuten kuvasta näkyy ovat kaivoskourat eli laatikot ripustetut kahdella ketjulla, joiden avulla koura saadaan niin hyvin aukenemaan kuin myös itse sulkeutumaankin. Koura pudotetaan ensin avonaisena pohjamaahan, suljetaan siellä toisen nostoketjun avulla kiinni ja nostetaan tällä veden yläpuolelle, jossa ruopalla täytetty koura, ranan sivulle päin kääntyä, tyhjennetään joko vieressä olevaan vetokärryyn eli myös soimaan (proomu, lotja), jos ruoppaus on toimitettava veden varassa lepävään aluksen avulla. Kouran avaus tapahtuu taas siten että se, pienellä vintturin nytkähdyksellä jä-

Hiekkakairoja löytyy kahta laatua: *suppilokairoja* (kuv. 10) ja *läppäkairoja* (kuv. 11). Suppilokaira upotetaan kiertämällä, jolloin suppilon alla oleva ruuvi vetää sitä alempaan, ja läppäkairat sysäämällä. Läppäkairan muodostaa pitempi rautapeltinen lieriö, joka on kahdella eli useammalla rivillä kiinnitetty kairavarteeseen. Lieriön alapäässä on sisäänpäin atkeava



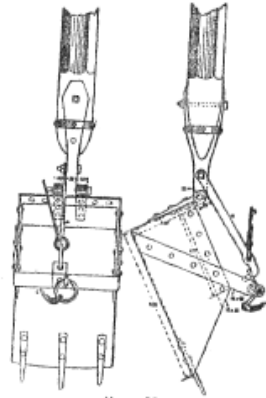
Kuva 10.



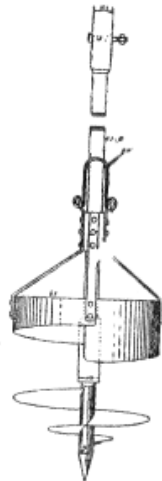
Kuva 11.

läppä, joka kairaa alas sysätessä laskee hiekan torveen, vaan sulkeutuu heti kiinni, niin pian kun laitetta ruvetaan vetämään ylöspäin. Joskus on läpän asemasta kairan pohjaan asetettu pieni pallo, joka kairaa painaessa nousee sitä varten laitettun häkin yläosaan ja nostaessa painuu alempaan ja tukkii lieriön suppiloksi käännetyin alasuun.

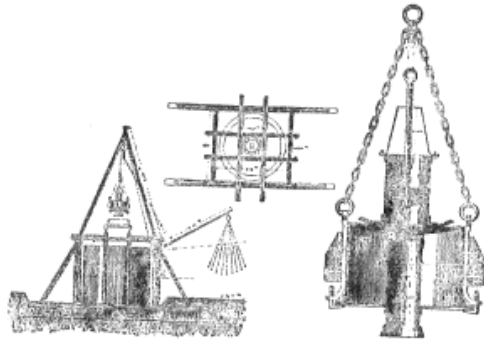
Kaira-tutkimuksissa on kairan terä joka kerta, kun se on pituutensa painunut alempaan, nostettava ylös tyhjennettäväksi. Että kairanläpi tällä aikaa pysyisi avonaisena, on se, varsinkin pehmeämmässä maassa, varustettava rautapellistä muodostetuilla suojustorvilla, jotka painetaan kairan perästä maan sisään. Torvien sisäänaukko on silloin vähän laajempi kairan ulkomittoja, että viimeainittu pääsee siinä



Kuva 53.



Kuva 54.

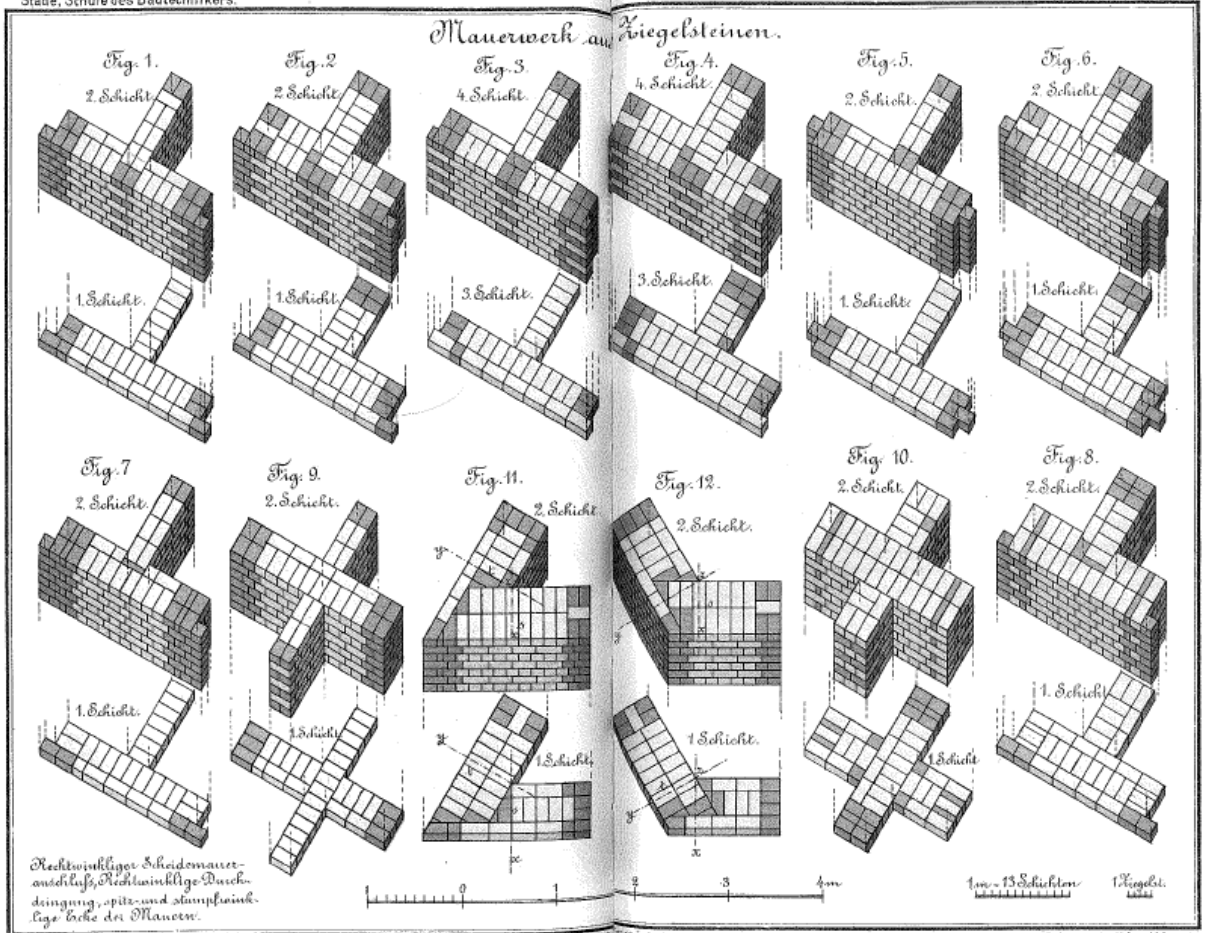


Kuva 55.

23. Franz Stade: Steinkonstruktionen, 1907

Stade, Schule des Bautechnikers.

Tafel 4.



1. Tabell.

Olika ämnens fasthetsmoduler för franskt mått- och vikt-system.

I kilogram per 1 □ mm.

Ä m n e.	Elasticitets-modul.	Tillåten belastning eller säkerhets-modul.		Bärighets-modul.		Brott-modul.	
		Vid drag.	Vid tryck.	Vid drag.	Vid tryck.	Vid drag.	Vid tryck.
Smidjern	20000	7	7	14	14	40	35
Jernplåt	17500	7	7	14	14	35	30
Jerntråd	20000	9	—	24	—	56	—
Gjutjern	10000	2,5	7	7,5	15	12,5	75
Stål, vanligt ohärdadt	20000	12,5	12,5	25	—	—	—
Gjusstål, ohärdadt	20000	20	20	30	—	—	—
Koppar-hamrad plåt glödgd	10700	6,6	6,6	14	14	—	—
Koppartråd	12100	2,5	2	3	2,75	21	41
Messing	6400	6,6	—	12	—	42	—
Kanonmetall	6900	2,5	—	4,85	—	12,4	7,3
Zink, gjuten	9500	2	—	4,34	—	25,6	—
Bly, valsadt	500	—	—	2,3	—	5,26	—
Tenn	4000	—	—	1,05	—	1,3	5
Ek 	1170	1,1	0,66	2,7	—	11	6,6
Ek ⊥	—	—	0,36	—	—	0,5	3,5
Bok 	921	1,2	0,66	1,6	—	11,7	6,6
Bok ⊥	—	—	0,36	—	—	0,73	3,5
Barrträ 	1200	0,7	0,44	2,56	—	11,3	4,5
Barrträ ⊥	—	—	0,22	—	—	0,48	2,2
Hauptåg	—	0,6—1,1	—	—	—	5—8,5	—
Läderrem	15—20	0,3—0,45	—	1,6	—	2,9	—
God tegelsten	—	—	0,1	—	—	0,8	1,0
Vanl. tegelsten	—	—	0,06	—	—	—	0,6
Kalksten	—	—	0,3	—	—	—	3,0
Granit eller gråsten	—	—	0,6	—	—	—	6,0
Glas	7000	0,25	0,75	—	—	1,4	13,0
Cementbruk	—	0,02	0,15	—	—	0,18	1,5
Kalkbruk	—	—	0,04	—	—	—	0,4

För en □ cm. bli modulerna 100 ggr. större.

* || betyder i fibrernas riktning, ⊥ vinkelrätt deremot.

2 Tabell.

Olika ämnens fasthetsmoduler för finskt mått- och vikt-system.

I skålpund per 1 □ verktrum.

Ä m n e.	Elasticitets-modul.	Tillåten belastning eller säkerhets-modul.		Bärighets-modul.		Brott-modul.	
		Vid drag.	Vid tryck.	Vid drag.	Vid tryck.	Vid drag.	Vid tryck.
Smidjern	28800000	10080	10080	20160	20160	57800	50400
Jernplåt	25200000	10080	10080	20160	20160	50400	43200
Jerntråd	28800000	12960	—	34560	—	80640	—
Gjutjern	14400000	3600	10080	10800	21600	18000	108000
Stål, vanligt ohärdadt	28800000	18000	18000	36000	—	—	—
Gjusstål, ohärdadt	28800000	28800	28800	43200	—	—	—
Koppar-hamrad plåt glödgd	15408000	9504	9504	20160	20160	—	—
Koppartråd	17424000	3600	2880	4320	3960	30240	59040
Messing	9216000	9504	—	17280	—	60480	—
Kanonmetall	9936000	3600	—	6984	—	17856	10512
Zink, gjuten	13680000	2880	—	6250	—	36864	—
Bly, valsadt	7200000	—	—	3312	—	7574	—
Tenn	5760000	—	—	1512	—	1872	7200
Ek 	1684800	1584	950	3888	—	5040	—
Ek ⊥	—	—	518	—	—	15840	9504
Bok 	1326240	1728	950	2304	—	720	5040
Bok ⊥	—	—	518	—	—	16848	9504
Barrträ 	1728000	1008	634	3686	—	1051	5040
Barrträ ⊥	—	—	317	—	—	16272	6480
Hauptåg	—	864	—	—	—	691	3168
Läderrem	21600	1584	—	—	—	7200	—
God tegelsten	28800	432	—	—	—	12240	—
Vanl. tegelsten	—	—	—	2304	—	4176	—
Kalksten	—	—	144	—	—	1152	1440
Granit eller gråsten	—	—	86	—	—	—	864
Glas	—	—	432	—	—	—	4320
Cementbruk	10080000	360	1080	—	—	—	8640
Kalkbruk	—	29	216	—	—	3016	18720
—	—	—	58	—	—	259	2160
—	—	—	—	—	—	—	576

Vid afskärning är bärighetsmodulen för ett ämne = $\frac{1}{4}$ af den mindre af ämnets bärighetsmoduler för dragning och tryck. Äfvenledes är tillåtna belastningen vid

YHDEKSÄS JAKSO.

PERUSTUSTEN RAKENNUS.

Kirj. *Jalmar Castrén.*

I. Perustusten syvyys ja pohjan tutkiminen.

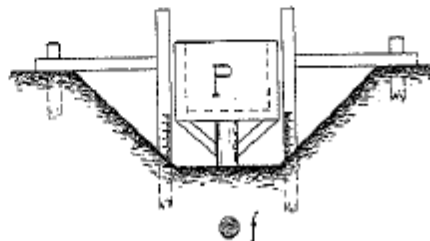
Perustuksen täytyy ulettua *kantavaan pohjaan* saakka ja sitä-päitsi harvoja poikkeuksia lukuunottamatta *routarajan* alapuolelle. Routarajan syvyys on Suomessa 1,2-2 m riippuen maanlaadusta ja sen kosteudesta sekä lumipeitteen paksuudesta. Syvimmälle menee routa määrässä savensekaisessa hiekassa teiden ja kovaksi taloitujen ohutlumisten paikkojen alla.

Kalliolle perustettaessa on ainoastaan pohjapinta tasoitettava vaakasuoraksi, laajoissa perustuksissa porrasmaiseksi. Kaltevalle kalliopinnalle ei saa perustaa. Avolouhikolla on ainoastaan pohja tasoitettava vaakasuoraksi.

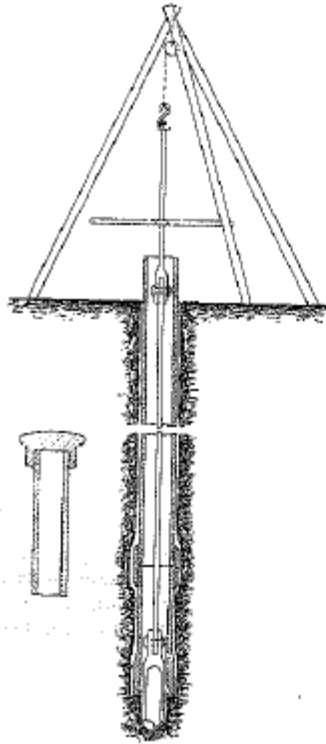
Puhtaalle soralle saa perustaa routarajan yläpuolellekin.

Maanperustan kantavuutta on paras koetella kuormittamalla tulevan perustuksen syvyyteen kaivetun koekuopan pohjaa kuvan 518 esittämällä tavalla. Pölkyn päähän tehdään lava tahi laatikko, jota kuormitetaan tiilillä tahi hiekalla niin kauan kuin johtopäätelmästä huomataan painumista.

Jos laatikon, pölkyn ja hiekan yhteinen paino siinä silmänräpäyksessä kuin painuminen alkaa merkitään P :llä ja pölkyn pään pinta-ala f :llä, niin on pohjan kantavuus $k_a = \frac{P}{f}$ kg/cm². Kunta suurempi f on, sitä suurempi saadaan kantavuuskin. Sai-



Kuv. 518.



Kuv. 519.

littu kuormitus on $k = \frac{P}{f \cdot n}$, jossa n on 2–4 riippuen maanlaadusta ja rakennuksesta. Aivan kuivalle soralle, hiekalle sekä savensekaiselle soralle ja hiekalle perustettaessa voidaan käyttää pienempää arvoa kuin kosteassa maassa. Miehen paino on n. 0.5 kg/cm^2 jalan anturaa.

Perustuksen laajuutta laskettaessa on painon jakautuminen ja suunta tarkoin huomattava. Tavallisesti tutkitaan perusmaata koetinkangella. Koetinkangen käyttäminen vaatii tottumusta ennenkuin voidaan päättää, minkälaisessa maassa kärki milloinkin kulkee, ja se on hyvin epävarma varsinkin syvempiä maakerroksia tutkittaessa.

Tärkeämissä pohjan tutkimuksissa käytetään maakairaa. Maahan upotetaan 10–15 cm läpimittainen putki, jonka sisältä maa nostetaan kierre- eli kourukairalla, joten eri maakerrokset tulevat aivan tarkkaan määrättyiksi ja mitatuiksi. Poratessa käytetään tavallista kolmijalkaa, kuten kuvasta 519 näkyy.

II. Maanlaatu.

Perustukseksi kelpavia pohjia ovat: 1) kiinteä kallio $k \leq 10-30 \text{ kg/cm}^2$; 2) louhikot, jos ovat syvällä maassa $k \leq 5-7 \text{ kg/cm}^2$; 3) karkea sora ja hiekka $k \leq 4-6 \text{ kg/cm}^2$; 4) tiivis hieno hieta $k \leq 2-4 \text{ kg/cm}^2$; 5) kuiva soran ja hiekansekainen savi $k \leq 3-6 \text{ kg/cm}^2$; 6) kuiva savi $k \leq 1-2 \text{ kg/cm}^2$.

Maalajit 3) ovat kosteina kantavampia, mutta veden kyllästytinä heikompia; 4) 5) ja 6) kosteina paljo heikommät, märkinä ja liikuteltuina perustukseksi kokonaan kelpaamattomatkin. On katsottava, ettei vettä peruskuopasta tyhjennettäessä rikota perusmaan kiinteyttä. Jos maalajit ovat kerroksissa, tulee kantavan kerroksen olla vähintään 3–4 m paksun rakennuksen painosta ja kerroksen alla olevan maan lujuudesta riippuen. Maalajille 4)–6) perustettaessa on, varsinkin jos ovat kosteita, rakennuksen painu-

Kuormituksia lattiapinnan kunkin neliömetrin alaa kohden:

asuinhuoneissa	200—250 kg/m ²
koulujen luokkahuoneissa	250 "
kokoushuoneissa, portaissa ja portaiden lepotasoissa	400 "
ja enemmän, myymälöissä ja niiden yhteydessä olevissa varastohuon.	350 "
ja enemmän, ullakoissa, jotka eivät ole erityisiä varastohuoneita	150 "
ja enemmän, liiketaloissa	400 "
ja enemmän, Varastohuoneissa	500 "
ja enemmän säilytettävien tavarain laadun mukaan, tehtaissa	400—1500 "
laadun mukaan, koneiden paino erityisesti huomattuna, pihamaissa kellarien päällä	500 "
ja enemmän, pihamaissa, liiketaloissa ja kuorma-automobileja käyttävissä kaupungeissa kuten varastohuoneet t. katusillat.	

Sitäpaitsi lasketaan varasto- y. m. huoneiden kutakin lattian neliömetriä 1 m korkeisen kerroksen:

juuvia	painavan n. 750 kg/m ² ,	
jauhoja	" " 700 "	Muist. Jos tavarat ovat
suoloja	" " 1100 "	astioissa, on niiden painoa
sokuria	" " 750 "	neliömetriä kohden vähen-
perunoita	" " 700 "	nettävä n. 20 %.
heinä ja olkia	" " 70 "	Tanssi- y. m. s. saleissa
" puristettuina	" " 280 "	ja tärinää aikaansaavien ko-
puuta	" " 400 "	neiden alla on laattialle tu-
kivihillää	" " 1300 "	levä kuorma jopa 50 %
sementtiä	" " 1200 "	suurempi.
paperia	" " 1100 "	
kirjoja	" " 800 "	
lunta, irtainta	" " 125 "	
" sullottua enintään	" " 800 "	

C. Vesikattojen sekä lumen paino ja tuulen paine.

Vesikattojen katonpeitteen painot alustoiheen kutakin vinon pinnan neliömetriä kohden:

puurakenteinen	Tiilikatto, yksinkertainen	90—110 kg/m ² ,
puurakenteinen	" kaksink.	120—130 "
betonirakenteinen	Liuskakivikatto	90 "
betonirakenteinen	Galvanoitu levykatto, alusta 2,5 cm	40 "
betonirakenteinen	Huopakatto, alusta 2,5 cm	35 "

Aaltolevykatto, kulmarauodoilla	25 kg/m ² ,
Puusementtikatto	180—200
Lasikatto	40—50

Tavalliset rautakattotuolit painavat (ilman parruja ja peitettä) 20—35 kg katon vaakasuoran pohjapinnan neliömetri. Jos kattotuoli kannattaa raskasta välikattoa, on paino suurempi. Rautaiset kattopalkit lisäävät painoa n. 15 kg/m².

Lumikuormaksi otetaan 1 m lumikerros, 125 kg/m², kattopinnoille, joiden kaltevuus on pienempi kuin 45°. Kaltevammalla, siileällä pinnalla lumi ei pysy. Tasakatoille lumi voi sulloutua (ks. B).

Tuulenpaineeksi tavallisissa oloissa riittää 125 kg neliömetriä kohden, jos pinta on kohtisuora tuulen suuntaa vastaan (erittäin avonaisilla ja tuulisilla paikoilla meren rannalla 250 kg/m²). Tuulen suunta on vaakasuora ja paine T kattopintaa vastaan, jonka kaltevuuskulma on α

$$T = t \cdot \sin \alpha = 125 \sin \alpha$$

Paineen T saa (piirtäen) jakamalla $t = 125$ kg kattopinnan suuntaiseen ja sitä vastaan kohtisuoraan osavoimaan.

Arvioimisissa ja alustavissa laskelmissa riittää, kun katon kokonaispaino tuuli- ja lumikuormineen otetaan 200 kg kutakin pohjapinnan neliömetriä kohden.

D. Maantiesiltain painot ja kuormitukset.

Sillan paino määrätään parhaiten sen kullekin osalle erikseen laskelmien mukaisesti sillankannesta alkaen. Ennakko-arvioimista varten voidaan käyttää seuraavassa mainittuja arvoja.

Sillankansi painaa:

puinen yksinkertainen	60—100 kg/m ² ,
" kaksinkertainen	120—170 "
sorattu rauta-alustainen	450—550 "
kivetty	n. 750 "

Puisen palkkisillan paino kansineen n. 200 kg/m² ja enemmän.

Rautaisen palkkisillan paino g neliömetriä kohden kasvaa sillan jännemitan l :n kasvaessa ja on *kannen paino poisluettuna:*

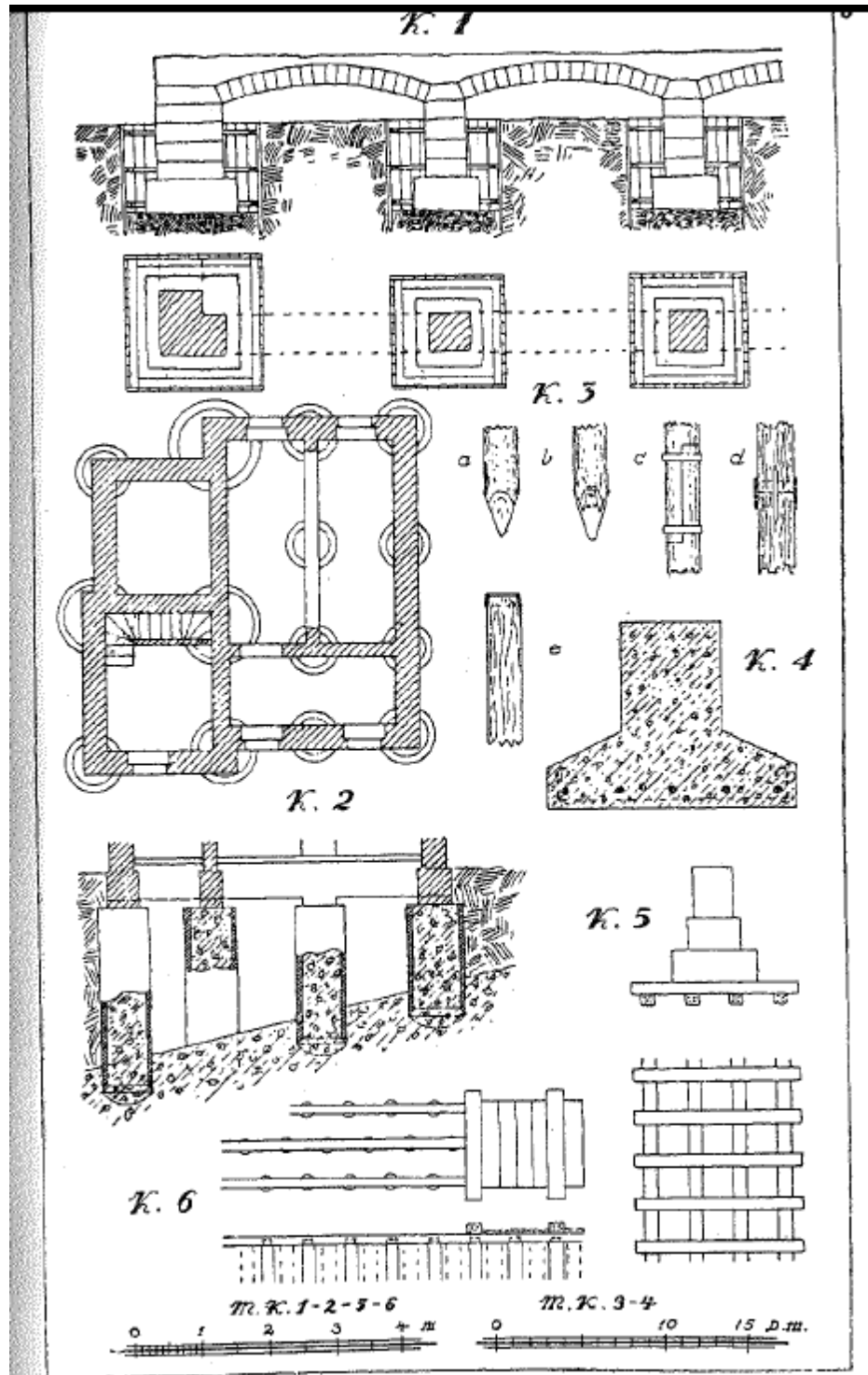
maantiesillan	$g = 105 + 2,3 l + 0,02 l^2$ kg/m ² ,	
katusillan	$g = 155 + 2,7 l + 0,021 l^2$ "	jos kansi on puuta,
"	$g = 250 + 3,2 l + 0,028 l^2$ "	" kansi on sorattu,
"	$g = 260 + 3,7 l + 0,029 l^2$ "	" kansi on kivetty.

Jos pääkannattajien ulkopuolella on jaikatie konoolien varassa, painaa se

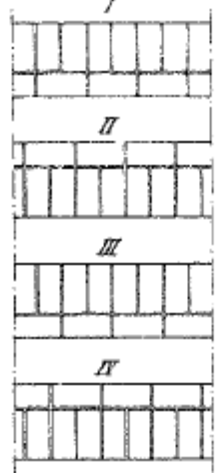
60 + 2,3 l kg/m ² ,	jos kansi on puuta,
80 + 2,7 l "	" kansi asf. ja bet.

26.W. Keinänen: Rakennusopin tietokirja osa I, 1943

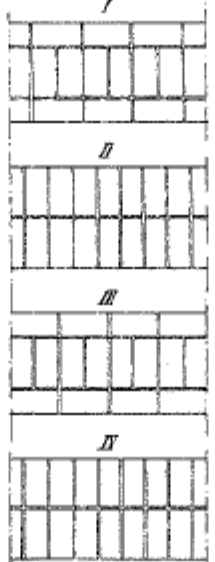
Vaikka kirja on vuodelta 1943, on sen edeltäjä Lyhyt rakennusopin tietokirja vuodelta 1930. Siinä taas on suoria lainauksia alan ruotsalaisista teoksista mm. Handledning i Almäna Byggnadslärän, kolmas laajennettu painos 1890.



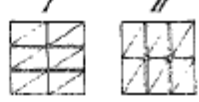
K. 1



K. 2



K. 3



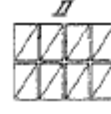
K. 4



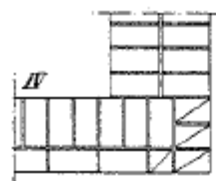
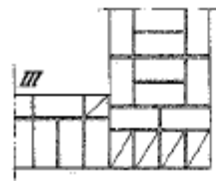
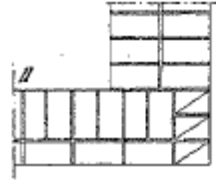
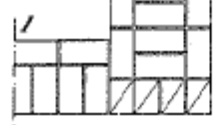
K. 6



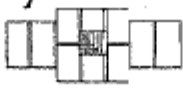
K. 7



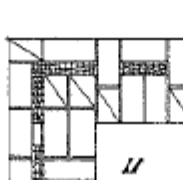
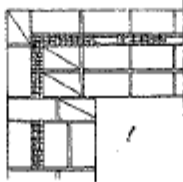
K. 5



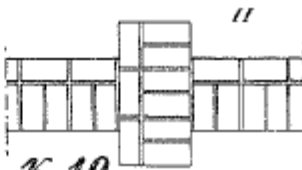
K. 8



K. 11



K. 9



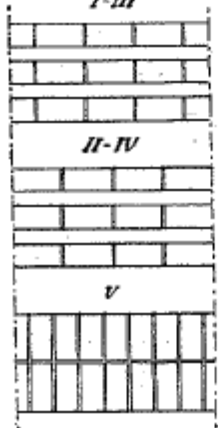
K. 10



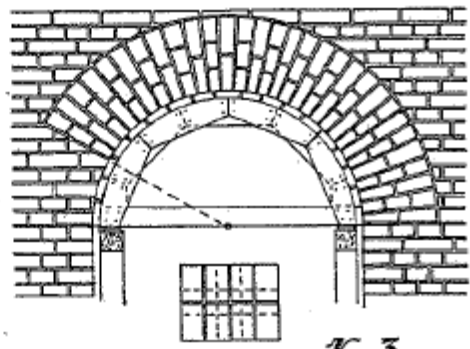
Mittakaava



K. 1
I-III

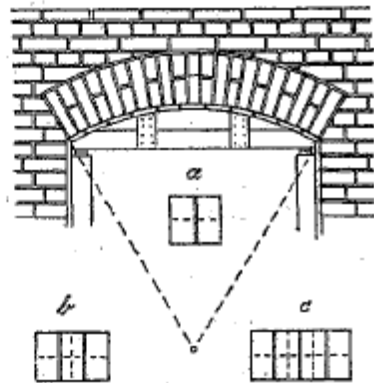
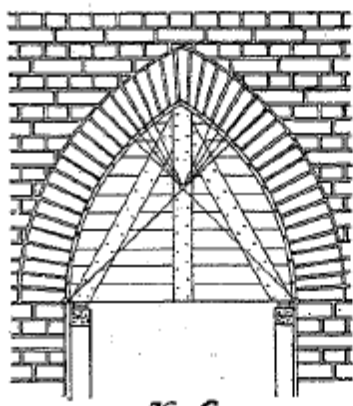


K. 2



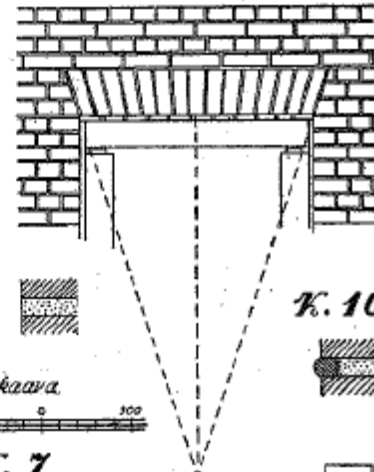
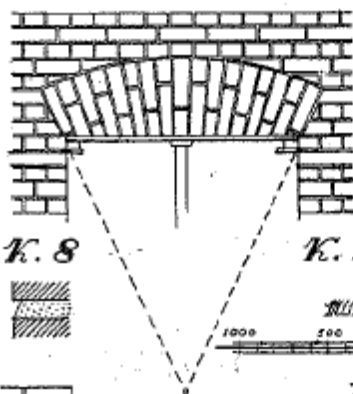
K. 3

K. 5



K. 4

K. 6



K. 10

K. 8

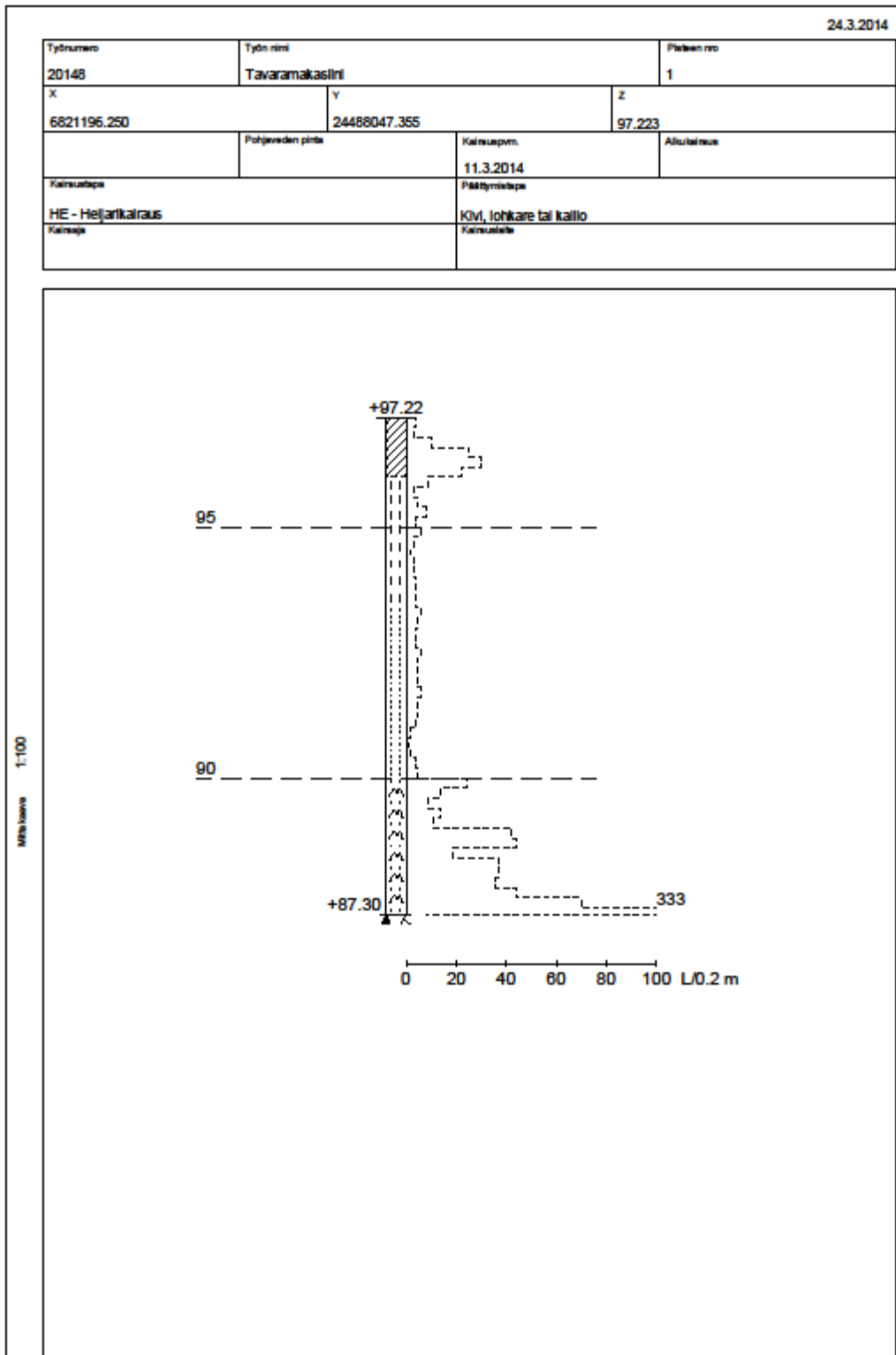
K. 9

Mittakaava
1000 500 0 500

K. 7

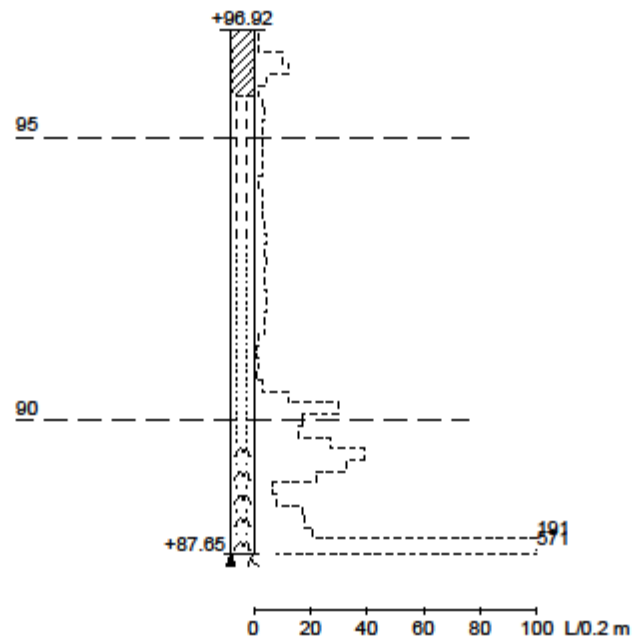


Liite 3b Kairausdigrammit



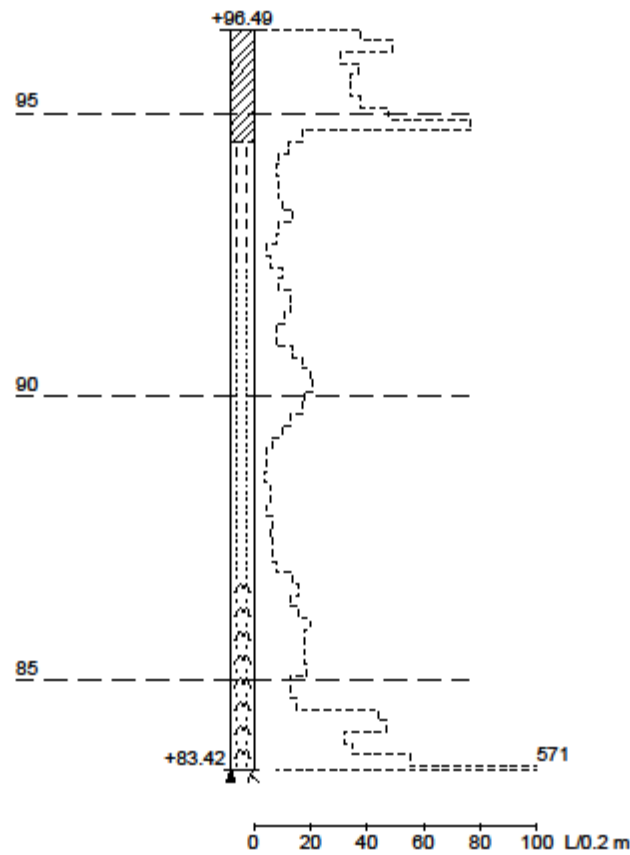
Työnumero 20148	Työn nimi Tavaramakasiini	Pöytäno 2	
X 6821199.407	Y 24488047.339	Z 96.916	
	Pohjaveden pinta	Kalvuspm. 11.3.2014	Alkukalvus
Kalvusleveys HE - Heijankalvus		Päätyleveys Kivi, lohkare tai kallo	
Kalvaja		Kalvustalo	

Mittakaava 1:100



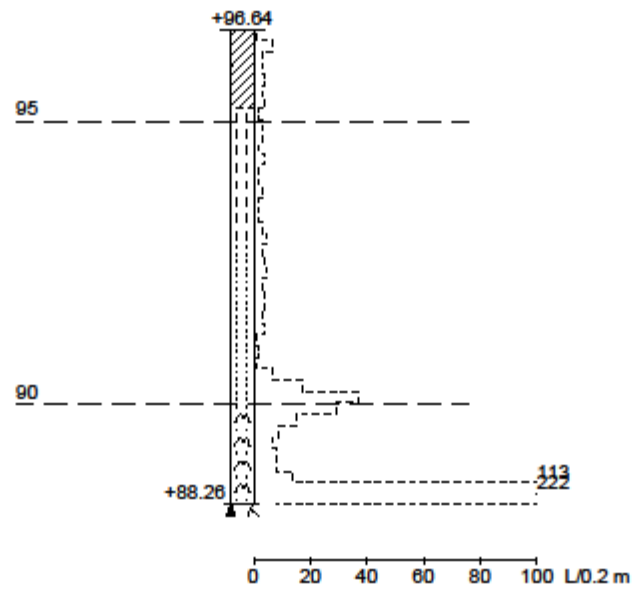
Työnumero 20148	Työn nimi	Pöytäno 24	
X 6821224.093	Y 24487994.789	Z 96.493	
	Pohjaveden pinta	Kalvuspm. 13.3.2014	Alkukalvus
Kalvusleveys HE - Heijankalvus		Päätyleveys Kivi, lohkare tai kallo	
Kalvaja		Kalvustelu	

Mittakaava 1:100

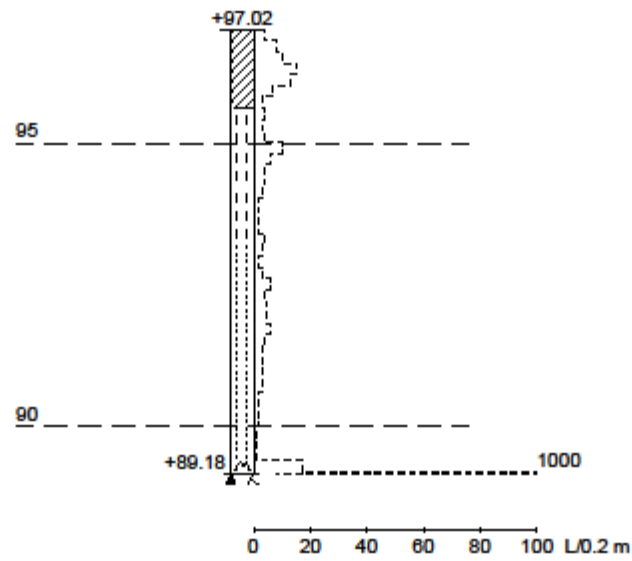


Työnumero 20148	Työn nimi	Pöytäno 3	
X 6821207.398	Y 24488047.195	Z 96.636	
	Pohjaveden pinta	Kalvuspm. 11.3.2014	Alkukalvus
Kalvusleveys HE - Heijankalvus		Päätyleveys Kivi, lohikare tai kallo	
Kalvaja		Kalvustelu	

Mittakaava 1:100



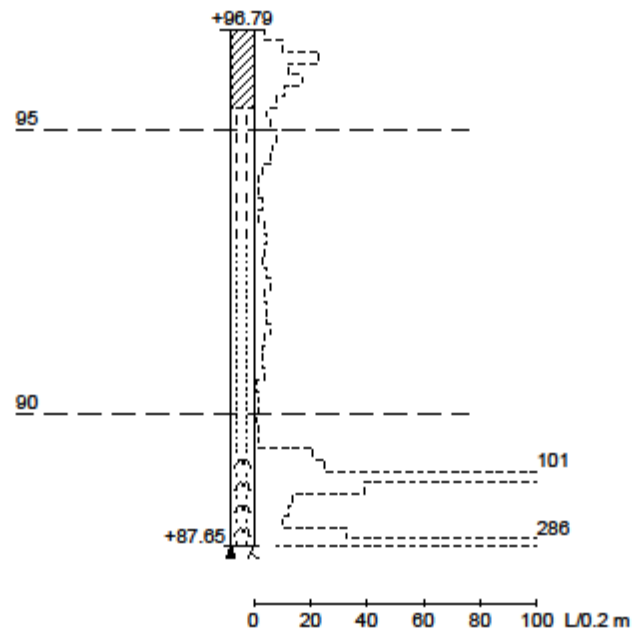
Työnumero 20148	Työn nimi	Pöytäno 4	
X 6821196.151	Y 24488034.944	Z 97.017	
	Pohjaveden pinta	Kalvuspm. 11.3.2014	Alkukalvus
Kalvuspa HE - Heijankalvus		Päättymispa Kivi, lohkare tai kallo	
Karvoja		Kalvusala	



Mittakaava 1:100

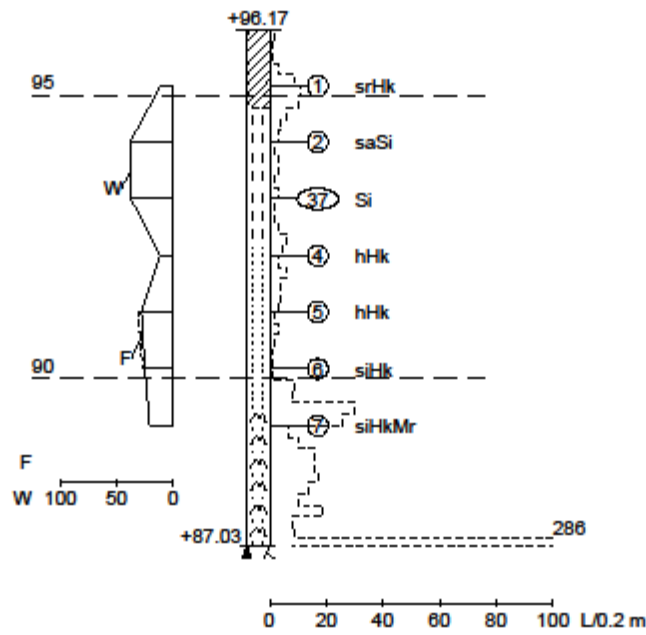
Työnumero 20148	Työn nimi	Pöytäno 5	
X 6821199.166	Y 24488034.830	Z 96.790	
	Pohjaveden pinta	Kalvuspm. 11.3.2014	Alkukalvus
Kalvuspa HE - Heijankalvus		Päätymspa Kivi, lohkare tai kallo	
Karvoja		Kalvusala	

Mittakaava
1:100



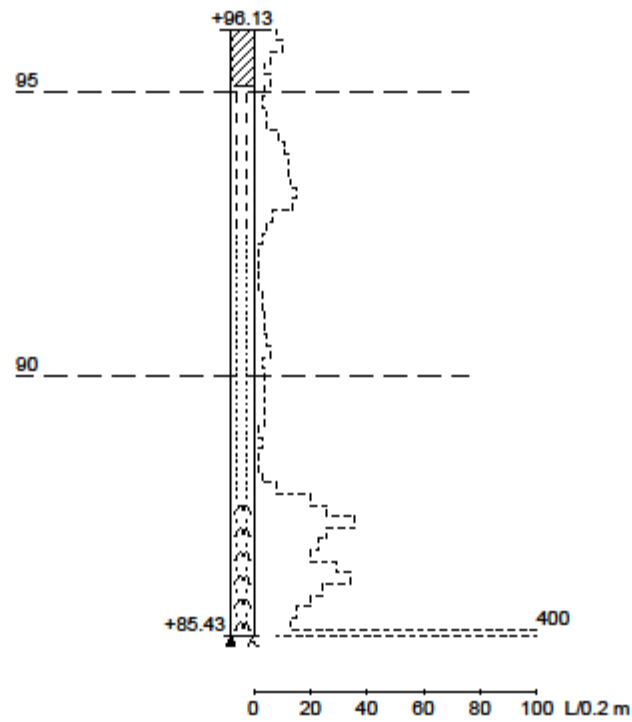
Työnumero 20148	Työn nimi	Pöytäno 6	
X 6821207.118	Y 24488034.671	Z 96.173	
	Pohjaveden pinta	Kalvuspm. 11.3.2014	Alkukalvus
Kalvuslupa HE - Heijankalvus, NO - Häiriintynyt näyte		Päätymselupa Kivi, lohikare tai kallo	
Karvoja		Kalvusala	

Mittakaava 1:100



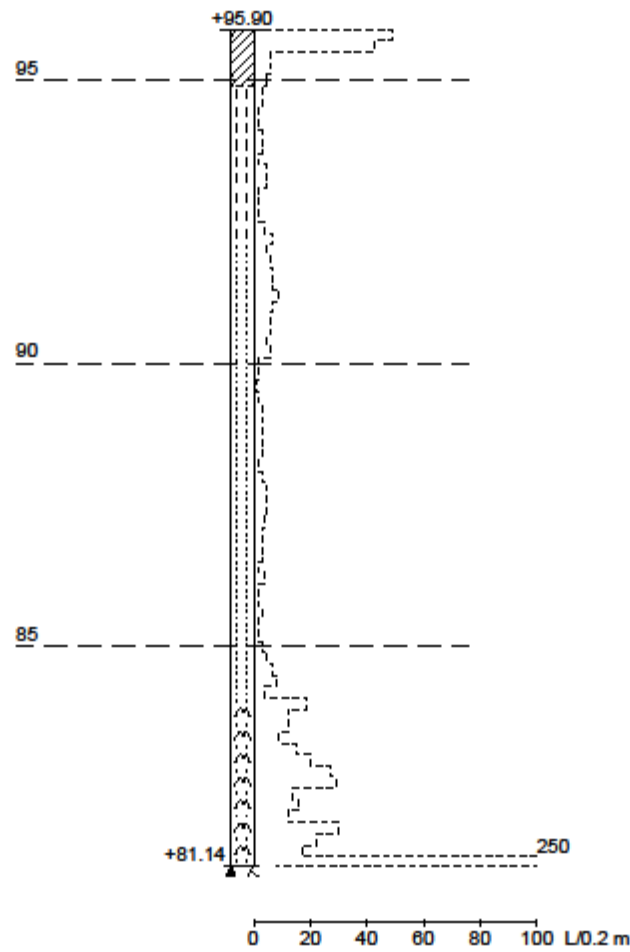
Työnumero 20148	Työn nimi	Pöytäno 7	
X 6821218.569	Y 24488034.352	Z 96.131	
	Pohjaveden pinta	Kalvusopm. 12.3.2014	Alkukalvus
Kalvusolaja HE - Heijankalvus		Päätymsolaja Kivi, lohikare tai kallio	
Kalvaja		Kalvusolaja	

Mittakaava 1:100



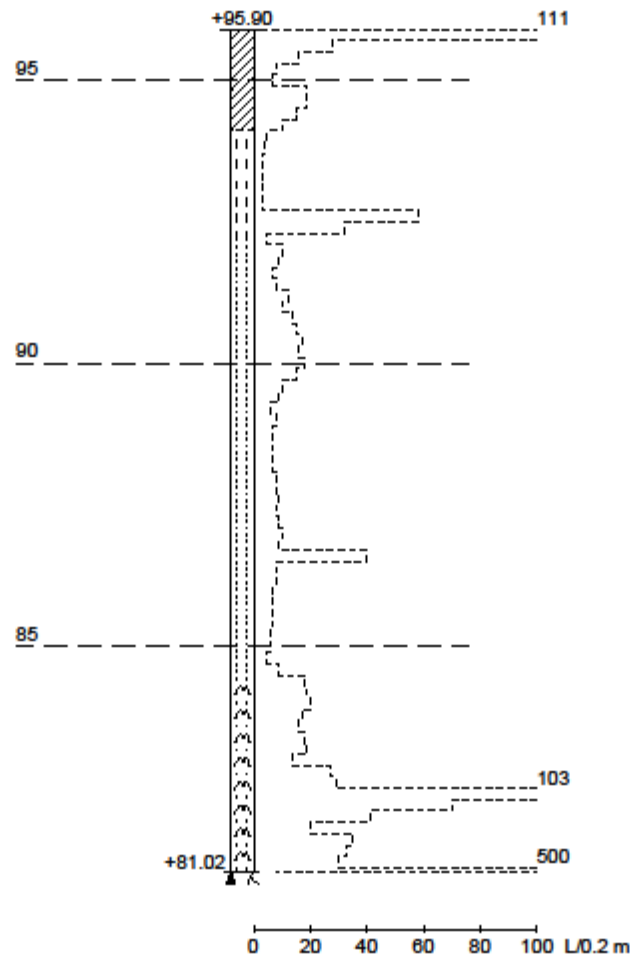
Työnumero 20148	Työn nimi	Pöytäno	
X 6821234.166	Y 24488034.120	Z 95.895	8
	Pohjaveden pinta	Kalvuspm. 18.3.2014	Alkukalvus
Kalvusleveys HE - Heijankalvus		Päätyleveys Kivi, lohkare tai kallo	
Kalvaja		Kalvusleveys	

Mittakaava 1:100



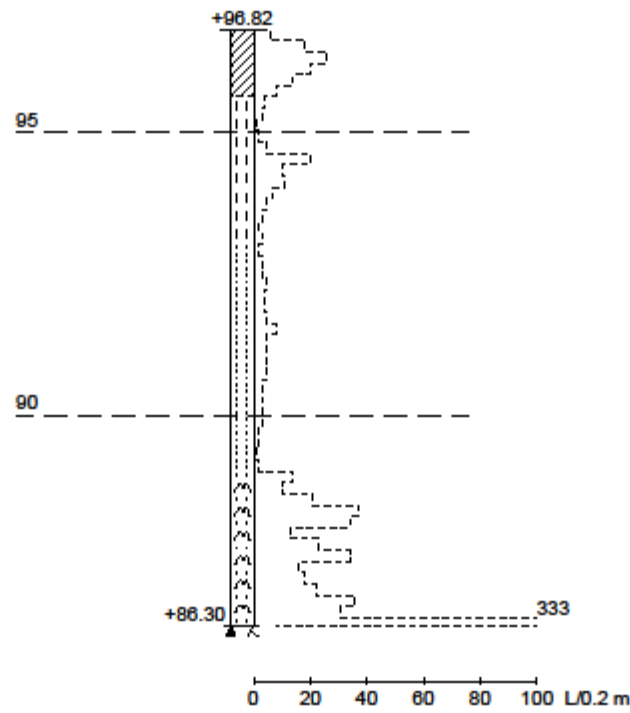
Työnumero 20148	Työn nimi	Pöytäno 9	
X 6821247.616	Y 24488033.739	Z 95.902	
	Pohjaveden pinta	Kalvuspm. 17.3.2014	Aluekalvus
Kalvusleveys HE - Heijankalvus		Päätyleveys Kivi, lohikare tai kallo	
Kalvaja		Kalvusleveys	

Mittakaava 1:100



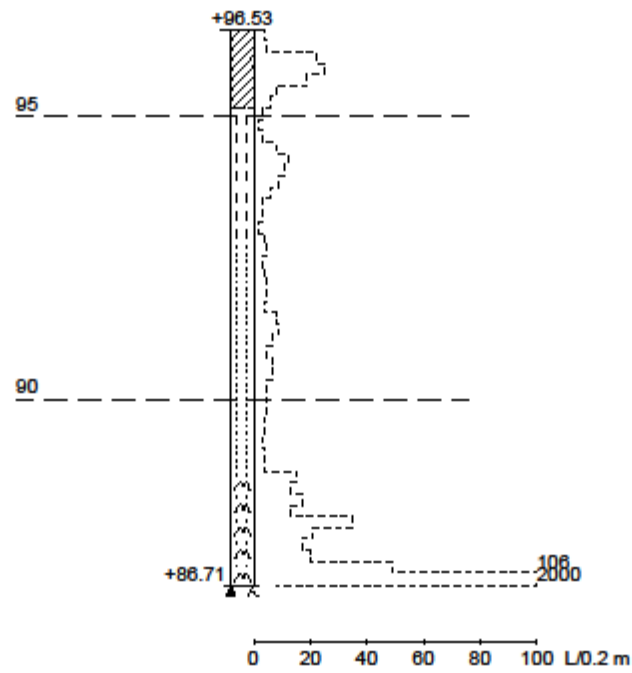
Työnumero 20148	Työn nimi	Pöytäno 10	
X 6821195.947	Y 24488023.004	Z 96.621	
	Pohjaveden pinta	Kalvuspm. 11.3.2014	Alkukalvus
Kalvusleveys HE - Heijankalvus		Päätyleveys Kivi, lohikare tai kallo	
Kalvaja		Kalvustelu	

Mittakaava 1:100



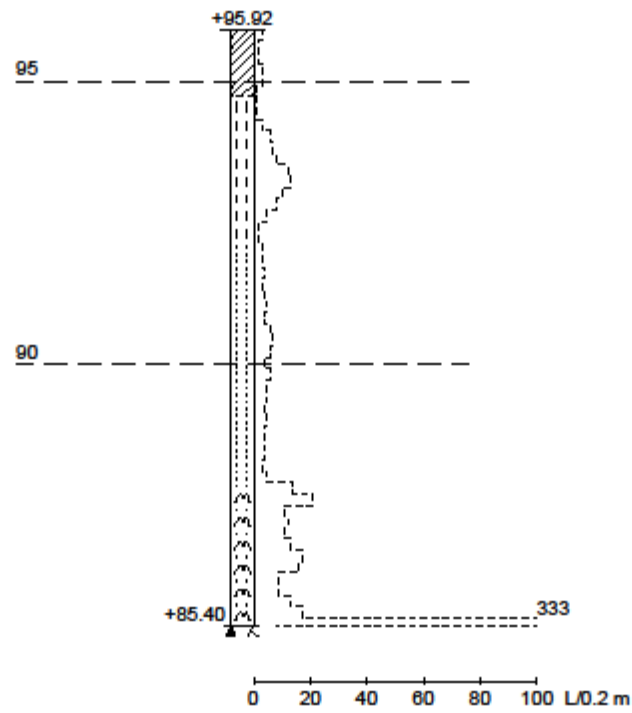
Työnumero 20148	Työn nimi	Pöytäno 11	
X 6821198.914	Y 24488022.332	Z 96.530	
	Pohjaveden pinta	Kalvuspm. 11.3.2014	Alkukalvus
Kalvusleveys HE - Heijankalvus		Päätyleveys Kivi, lohikare tai kallo	
Kalvaja		Kalvusleveys	

Mittakaava 1:100



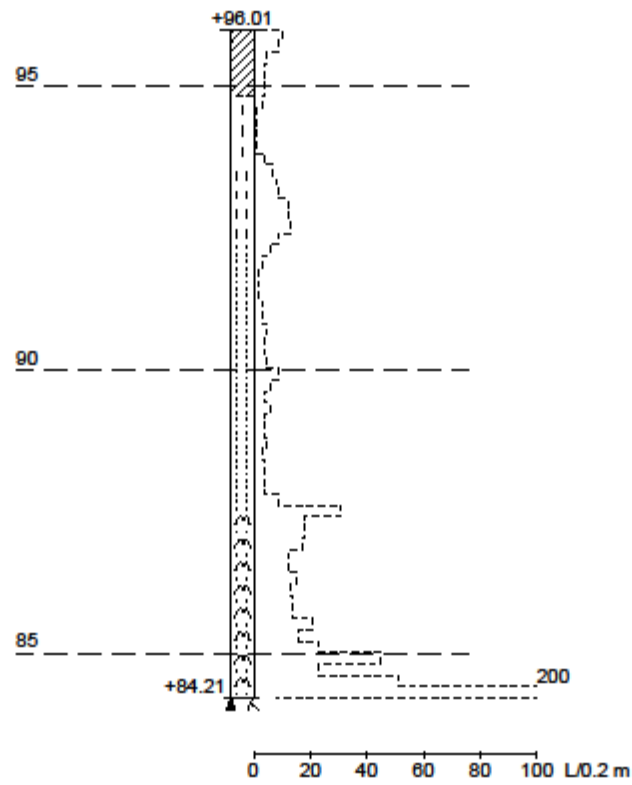
Työnumero 20148	Työn nimi	Pöytäno 12	
X 6821209.729	Y 24488022.075	Z 95.924	
	Pohjaveden pinta	Kalvuspm. 12.3.2014	Aluekalvus
Kalvusleveys HE - Heijankalvus		Päätyleveys Kivi, lohikare tai kallo	
Kalvaja		Kalvustalo	

Mittakaava 1:100



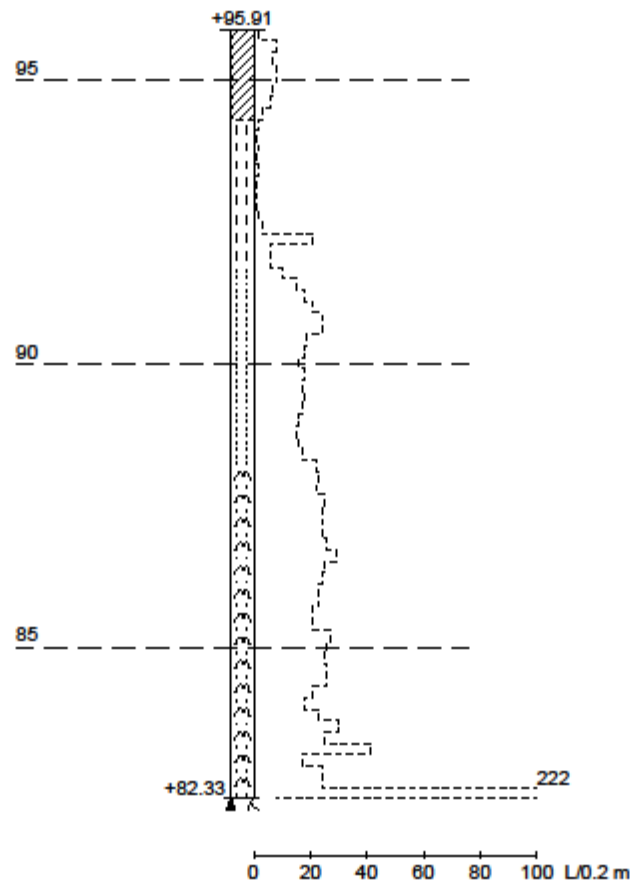
Työnumero 20148	Työn nimi	Pöytäno 13	
X 6821217.128	Y 24488022.151	Z 96.014	
	Pohjaveden pinta	Kalvuspm. 12.3.2014	Alkukalvus
Kalvusleveys HE - Heijankalvus		Päätyleveys Kivi, lohikare tai kallo	
Kalvaja		Kalvustelu	

Mittakaava 1:100



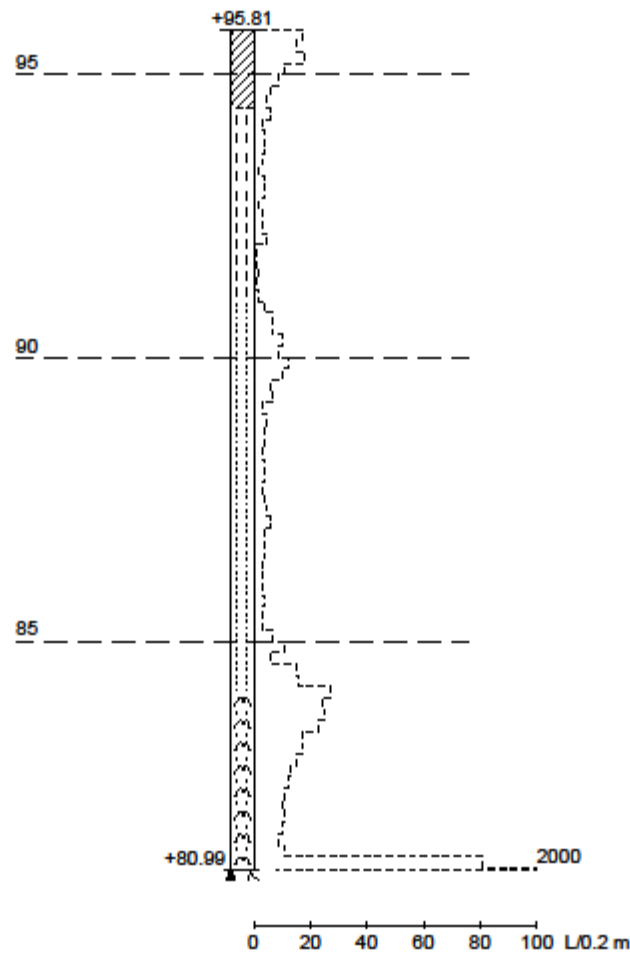
Työnumero 20148	Työn nimi	Pöytäno 14	
X 6821234.642	Y 24488021.662	Z 95.909	
	Pohjaveden pinta	Kalvuspm. 12.3.2014	Alkukalvus
Kalvusleveys HE - Heijankalvus		Päätyleveys Kivi, lohkare tai kallo	
Karvoja		Kalvusleveys	

Mittakaava 1:100



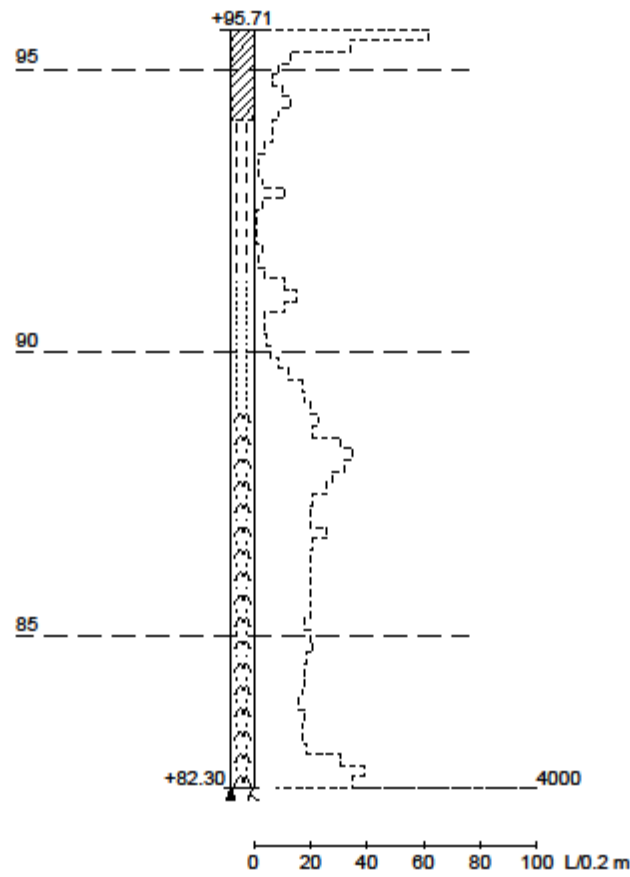
Työnumero 20148	Työn nimi	Pöytäno 15	
X 6821246.572	Y 24488023.216	Z 95.807	
	Pohjaveden pinta	Kalusteppm. 12.3.2014	Aluekalustus
Kalusteppa HE - Heijankalustus		Päätytappi Kivi, lohikare tai kallo	
Kalusta		Kalusteppa	

Mittakaava 1:100



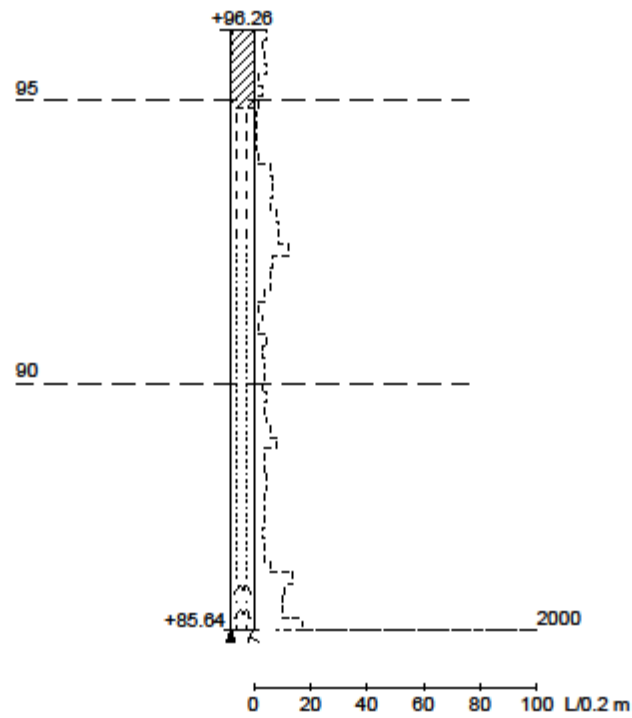
Työnumero 20148	Työn nimi	Pöytäno 16	
X 6821252.645	Y 24488021.275	Z 95.714	
	Pohjaveden pinta	Kalusteppm. 17.3.2014	Aluekalustus
Kalusteppa HE - Heijankalustus		Päätytappi Kivi, lohikare tai kallo	
Kalusta		Kalusteppa	

Mittakaava 1:100



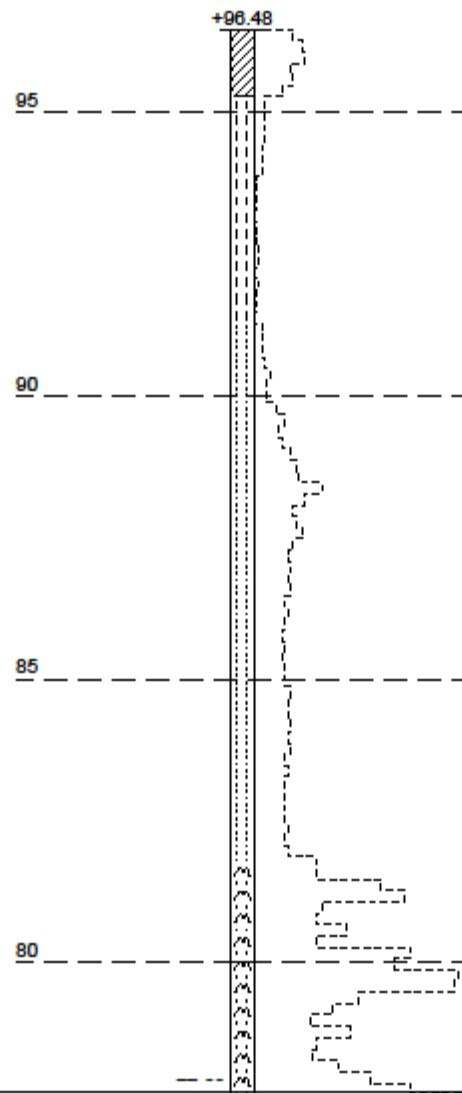
Työnumero 20148	Työn nimi	Pöytäno 17	
X 6821198.563	Y 24488004.829	Z 96.259	
	Pohjaveden pinta	Kalusteppm. 21.3.2014	Aluekalustus
Kalusteppa HE - Heijankalustus		Päätyntalusteppa Kivi, lohikare tai kallo	
Kalusteppa		Kalusteppa	

Mittakaava 1:100



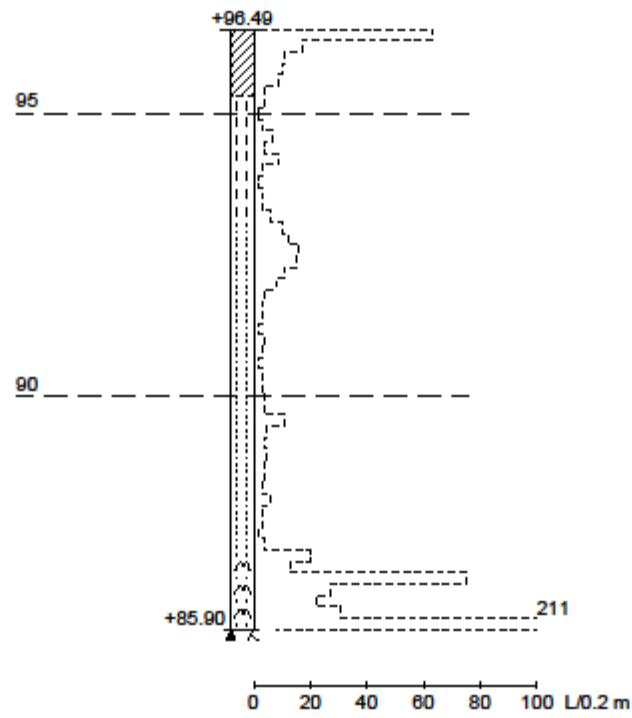
Työnumero 20148	Työn nimi	Pöytäno 18	
X 6821257.338	Y 24488005.690	Z 96.476	
	Pohjaveden pinta	Kalvuspvm. 17.3.2014	Alkukalvus
Kalvustapa HE - Heijankalvus		Päättymistapa Kivi, lohkare tai kallio	
Kalvoja		Kalvustapa	

Mittakaava 1:100



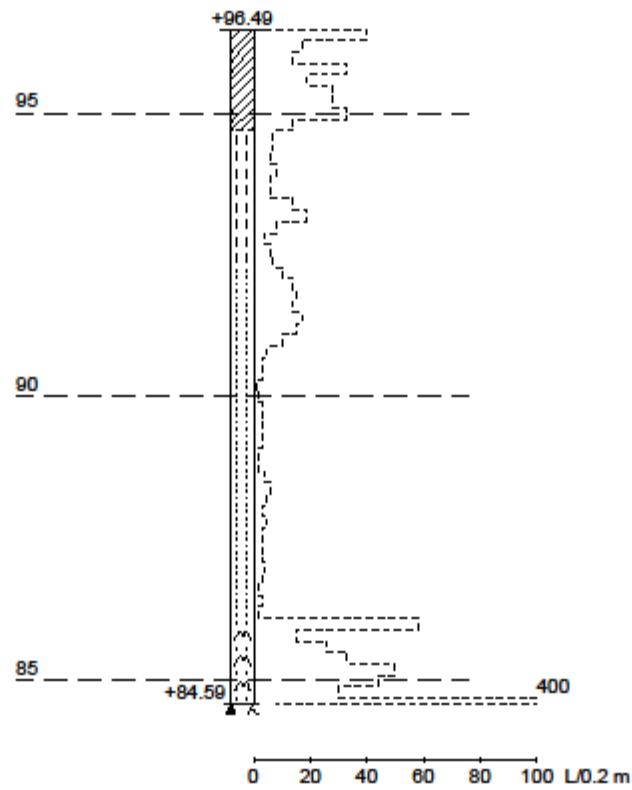
Työnumero 20148	Työn nimi	Pöytäno 19	
X 6821206.369	Y 24487995.148	Z 96.486	
	Pohjaveden pinta	Kalvuspm. 13.3.2014	Alkukalvus
Kalvuspa HE - Heijankalvus		Päätyymäpa Kivi, lohkare tai kallo	
Karvoja		Kalvusala	

Mittakaava 1:100



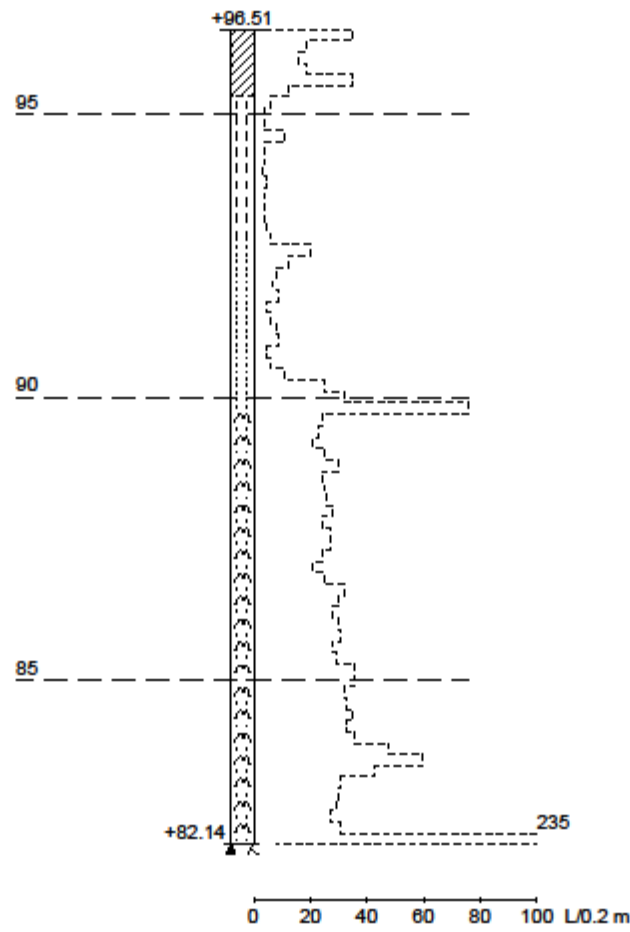
Työnumero 20148	Työn nimi	Pöytäno 20	
X 6821215.871	Y 24487994.981	Z 96.489	
	Pohjaveden pinta	Kalvuspm. 13.3.2014	Alkukalvus
Kalvuspa HE - Heijankalvus		Päätyymäpa Kivi, lohkare tai kallo	
Karvoja		Kalvusala	

Mittakaava 1:100



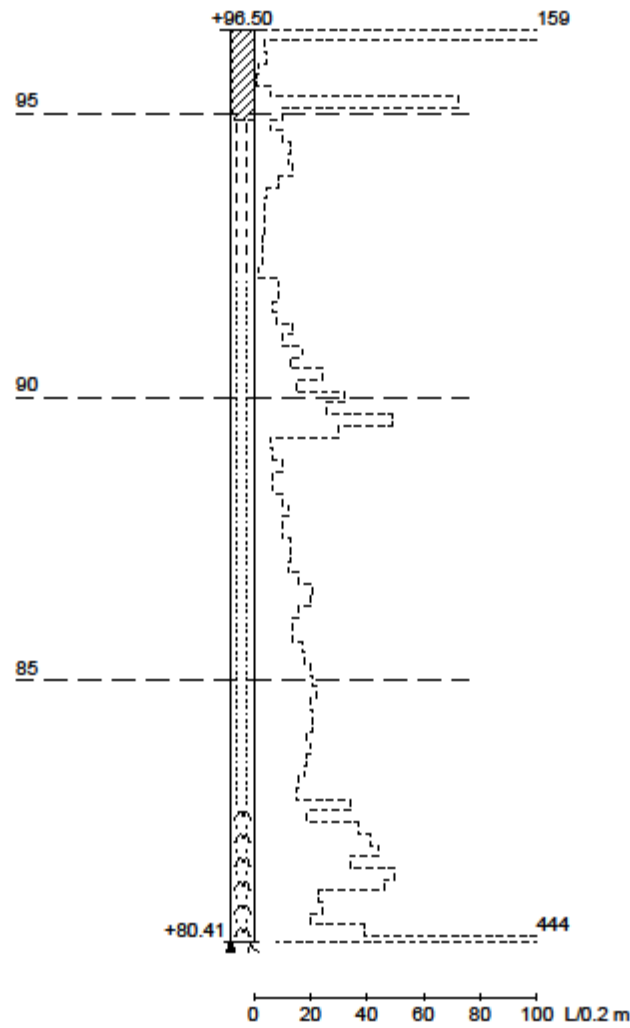
Työnumero 20148	Työn nimi	Pöytäno 21	
X 6821233.417	Y 24487994.654	Z 96.505	
	Pohjaveden pinta	Kalusteppm. 13.3.2014	Aluekalustus
Kalusteppa HE - Heijankalustus		Päätyntalusteppa Kivi, lohikare tai kallo	
Kalusteppa		Kalusteppa	

Mittakaava 1:100



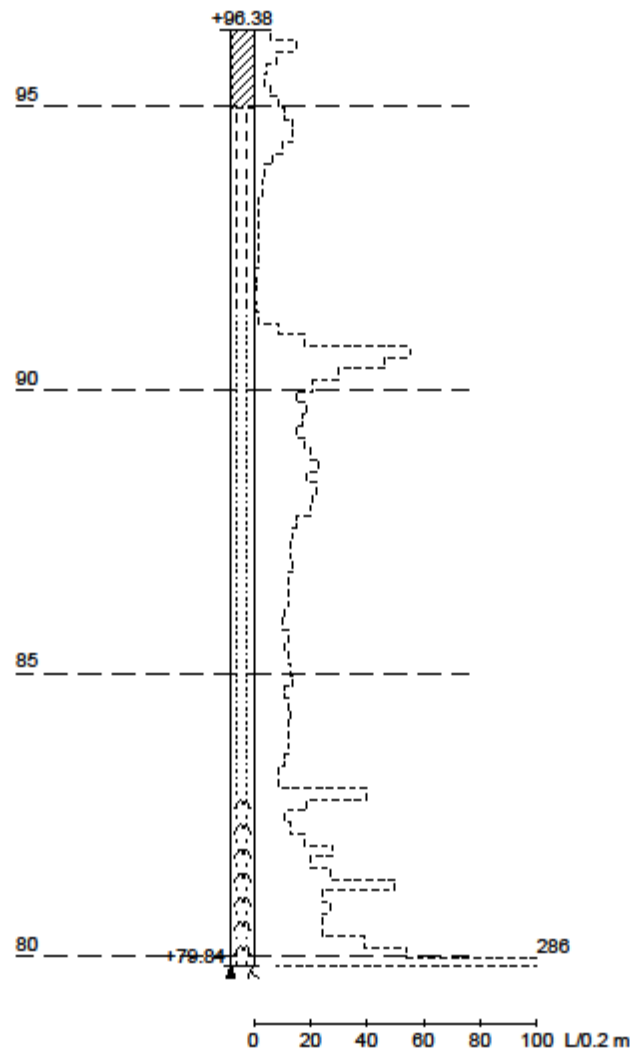
Työnumero 20148	Työn nimi	Pöytäno 22	
X 6821252.111	Y 24487994.305	Z 96.495	
	Pohjaveden pinta	Kalvuspm. 14.3.2014	Alkukalvus
Kalvusleveys HE - Heijankalvus		Päätyleveys Kivi, lohkare tai kallo	
Kalvaja		Kalvustelu	

Mittakaava 1:100



Työnumero 20148	Työn nimi	Pöytäno 23	
X 6821257.476	Y 24487995.664	Z 96.375	
	Pohjaveden pinta	Kalvuspm. 14.3.2014	Alkukalvus
Kalvusleveys HE - Heijankalvus		Päätyleveys Kivi, lohikare tai kallo	
Kalvaja		Kalvusleveys	

Mittakaava 1:100

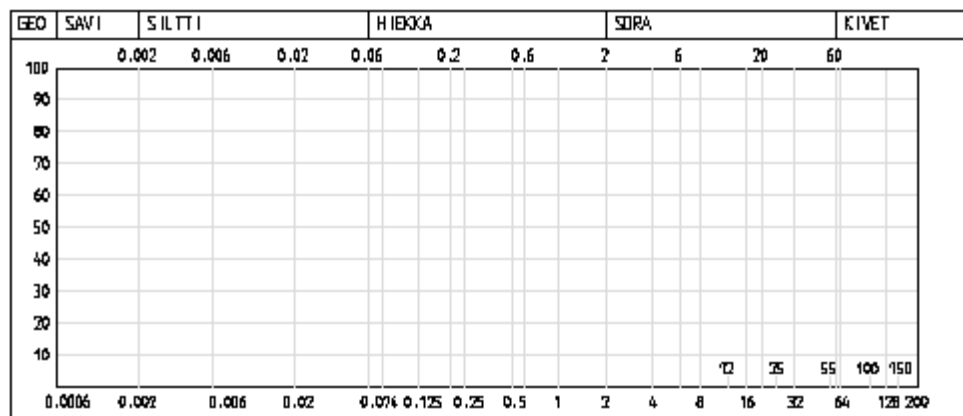


LABORATORION TUTKIMUSSELOSTUS						Sivu 1 24.3.2014											
Kartalehti		Platan nimi		Platan no	Työnumero												
X		Y		Z	20148												
6821207.118		24488034.671		96.173													
Akkainumero		Suunnitelmanumero															
Tilaisu				Tutkimus													
Näytteen tunnus	a	b	c	d	e												
Laboratorionumero	1/ND1604667	2/ND1604668	37/ND1604669	4/ND1604670	5/ND1604671												
Paalu																	
Syvyys	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00												
Korkeustaso	95.17	94.17	93.17	92.17	91.17												
Ottopaika	20.3.2014	20.3.2014	20.3.2014	20.3.2014	20.3.2014												
Irttoliheys: kuiva, märkä																	
Klinitolihyys																	
Vesipitoisuus %	10.5	38.0	37.0	11.0	28.0												
Humus: poltto, NaOH %																	
Routivuus: routinaton, routiva																	
Kantavuusluokka																	
Kapillaarisuus																	
Maalajin nimi	srhk	saSI	SI	hHk	hHc												
GEO	SAVI	SILTIT		HIEKKA		SORA	KIVET										
		0.002	0.006	0.02	0.06	0.2	0.6	2	6	20	60						
100																	
90																	
80																	
70																	
60																	
50																	
40																	
30																	
20																	
10																	
		0.0005	0.002	0.006	0.02	0.075	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	200
Lausunto																	

LABORATORION TUTKIMUSSELOSTUS

Sivu 2
24.3.2014

Kartalehti		Päteen nimi		Päteen no	Työnumero
X		Y		Z	20148
6821207.118		24488034.671		96.173	
Akkelinumero		Suunnitelmanumero			
Tilaaja				Tutkimus	
Näytteen tunnus	a	b			
Laboratorionumero	6/NO1604672	7/NO1604673			
Paalu					
Syvyys	6.00	7.00			
Korkeustaso	90.17	89.17			
Ottopaika	20.3.2014	20.3.2014			
Irrottiheys: kuiva, märkä					
Kiintotiheys					
Vesipitoisuus %	25.0	21.0			
Humus: poltto, NaOH %					
Routivuus: routimaton, routiva					
Kantavuusluokka					
Kapillaarisuus					
Maalajin nimi	sHK	sHKM			



Lausunto

Liite 4 Alustavat laskelmat ja suunnitelmat

41. Teräsbetonipalkin laskelmat
42. Rakennuksen oman painon kuormat
43. Perustamistapavaihtoehdot
44. Pohjatutkimuskartta
45. Peruspilarit ja siirtoradat
46. Noston periaatesuunnitelma
47. Maanvaraisten perustusten uusiminen
48. Teräspaaluihin kiinnitettävät nostorakenteet
49. Peruspilariin kiinnitettävät nostorakenteet