



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

KAISA VIRTANEN

Rakennesuunnitelmien piirustus- ohje

RAKENNUS- JA YHDYSKUNTATEKNIikka
2020

Tekijä Virtanen, Kaisa	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä marraskuu 2020
	Sivumäärä 29	Julkaisun kieli suomi
Julkaisun nimi Rakennesuunnitelmien piirustusohje		
Tutkinto-ohjelma Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan insinööri		
Tiivistelmä Tavoitteena oli luoda tilaajalle kattava, mutta silti käytännöllinen ja kompakti opas rakennepiirustusten tuottamiseen. On tärkeää, että yrityksen suunnitelmat ovat ulkoasullisesti yhtenevät riippumatta siitä kuka ne on tuottanut. Tavoitteena oli myös, että yrityksessä käytössä olevat tietyt esitystavat koottaisiin yhteen, jotta ne olisivat helposti sekä kokeneempien että uusien suunnittelijoiden löydettävissä. Työ toteutettiin perehtymällä olemassa oleviin julkaisuihin, jotka käsittelevät rakennepiirustusten esitystapoja sekä ottamalla huomioon yrityksen sisäiset ohjeistukset, jotka olivat siirtyneet yritykselle yritysostojen kautta. Lisäksi tässä työssä perehdytään rakennepiirustusten historiaan ja siihen, miten ja miksi ne ovat osittain muuttuneet. Työ muotoutui lopulta kahdeksi pdf-tulosteeksi, joista toinen osa sisältää ohjeet esitystavoille sekä sanallisesti että pienin havainnollistavin kuvin esitettynä ja toinen osa sisältää yrityksen omia esimerkkipiirustuksia. Konsernin omat esitystavat otettiin huomioon ohjeessa, jotta suunnitelmat olisivat tunnistettavissa. Valmis ohje otettiin käyttöön ja tulevaisuudessa se on päivitettävissä muutoksien näin vaatiessa. Piirustusohjeesta valmistui lähtötilanteen kriteerit täyttävä opas yrityksen omaan, sisäiseen käyttöön ja se lisättiin osaksi yrityksen laatujärjestelmää.		
Asiasanat rakennesuunnittelu, tekniset piirustukset, tietokoneavusteinen suunnittelu, laatu		

Author Virtanen, Kaisa	Type of Publication Bachelor's thesis	Date November 2020
	Number of pages 29	Language of publication: Finnish
Title of publication Drawing instructions for structural drawings		
Degree program Construction and Civil Engineering		
Abstract The target of this thesis was to create a comprehensive and still practical and helpful guide for structural drawing. Similarity of technical documents, such as drawings, is a salient point to the company that commissioned this study. Also, easy accessibility of specific presentation manners and a literal document containing tips and knowledge from more experienced designers were targeted. This thesis was built up by acquainting with existing publications that focus on presentation instructions of structural drawings. Company's own internal guidelines were also taken into an account. History and evolution of structural documents is a vital part of this thesis along with the drawing instructions. The "Drawing instructions for structural drawings" -guide which was delivered to the company came out as two pdf-files. First part of the guide includes instructions explained verbally with small illustrations. The other part includes example documents of variable structural drawings. Company's identifiable manners of presentation was noticed and added as a part of the instructions. Guide was introduced and it is updateable in the future. The guide met all the criteria that were stated when the process began, and it became a part of the company's own quality system.		
<u>Key words</u> structural design, drawings, computer-aided design, quality		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 RAKENNESUUNNITELMIEN KEHITYS	6
2.1 CAD-ohjelmistojen historiaa	6
2.2 Suunnitelmien sisältö ja tarkoitus	7
2.3 Suunnitelmien sisällön kehitys.....	8
2.4 Suunnitelmien määrä ja laatu	9
2.5 Mitoitustavat	10
2.6 Moduulimitoitus	11
2.7 Teräslaatuja tunnuksia.....	12
3 YLEISET RAKENNEPIIRUSTUKSIA KOSKEVAT OHJEET	13
3.1 Viivat ja viivatyytit.....	13
3.1.1 Viivatyytit	13
3.1.2 Viivanpaksuudet.....	15
3.2 Tekstit ja tunnuksia	15
3.3 Mitoitus	18
3.4 Reikä- ja tasoeromerkinnät	21
3.5 Varauspiirustusmerkinnät	21
3.6 Erikoismerkinnät.....	22
4 PAIKALLAVALURAKENTEIDEN PIIRUSTUKSET	23
4.1 Tasopiirustukset	23
4.2 Tasopiirustusten sisällön ryhmittely	25
4.3 Rakennepiirustukset.....	26
5 YHTEENVETO	28
LÄHTEET	
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä kehitettiin Ramboll Finland Oy:n laatujärjestelmään selkeälinjainen ja mahdollisimman yksiselitteinen rakennesuunnitelmien piirustusohje. Tarkoituksena oli luoda yksinkertainen, kattava ja helposti käytettävä järjestelmä, josta löytyy kaikki piirustusmerkintöihin liittyvä tieto. Piirustusohjeen yksi kantava idea oli tuoda tietouteen ammattilaisten vinkit hyvään suunnitteluun. Näin ohjeeseen lisättiin yleisten voimassa olevien ohjeiden perään ”Konnarin vinkit” -otsikko, jonka alle on kerätty hyväksi koettuja tapoja.

Tilaajalle tuotettu rakennesuunnitelmien piirustusohje käsittää laajuudeltaan kaikki eri rakennemateriaalit ja niihin liittyvät ohjeet. Tässä opinnäytetyössä keskityttiin ainoastaan paikallavalurakenteiden piirustusmerkintöihin ja esitystapaohjeisiin, betoni-, puu- ja teräsrakenteiden erikoismerkintöihin sekä ohjeiden taustoittamiseksi rakennepiirustusten kehityskaareen.

Piirustusohje laadittiin seuraamalla kirjallisuuden ohjeita (Suomen Rakennusinsinööriliiton RIL:n julkaisut, Betonielementti-CAD –ohje, RT-kortit) ja vanhempien suunnittelijoiden kokemuksia. Piirustusten historiaan paneuduttiin tutkimalla vanhoja rakennesuunnitelmia ja etsimällä eroavaisuuksia tänä päivänä tuotettaviin piirustuksiin.

Työn tilaaja Ramboll Finland Oy on osa Rambollia, joka on johtava kansainvälinen suunnittelu- ja konsultointialan yritys. Yhtiö on säätiöomisteinen ja siinä työskentelee 16 500 ammattilaista maailmanlaajuisesti. Ramboll Finland Oy:llä työntekijöitä on 2 500. Ramboll on perustettu Tanskassa vuonna 1945. Nykyään yritys toimii vahvasti Pohjoismaissa, Isossa-Britanniassa, Pohjois-Amerikassa, Lähi-idässä sekä Aasian ja Tyynenmeren alueella. Vuonna 2019 konsernin liikevaihto oli 1,89 miljardia euroa. Rambollin toimialoihin lukeutuu kiinteistöt ja rakentaminen, infra ja liikenne, kaupunkisuunnittelu, vesi, ympäristö ja terveys, energia, sekä johdon konsultointi. (Rambollin

www-sivut 2020). Yhtenäinen piirustusohje koko rakennesuunnitteluosastolle on tärkeä, sillä Ramboll Finland Oy:llä on Suomessa monia toimipaikkoja ja jokaisesta rakennesuunnitteluyksiköstä pitäisi valmistua tasalaatuisia suunnitelmia

2 RAKENNESUUNNITELMIEN KEHITYS

Rakennepiirustusten ja rakennepiirustusmerkintöjen vuosien saatossa tapahtuneita muutoksia havainnoitiin tutkimalla Rambollin tarkastelukäyttöön luovuttamia vanhoja suunnitelmia (Liitteet 1-4) ja vertaamalla niitä nykyisiin Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL:in julkaisun mukaisiin merkintä- ja esitystapaohjeisiin. Vanhat suunnitelmat on tuottanut Insinööritoimisto Ineto, joka siirtyi Ramboll Finlandin omistukseen yritysostojen kautta.

Havaittujen muutosten syitä pyrittiin selvittämään selailemalla vanhoja julkaisuja aiheesta, kuten Suomen Rakennusinsinöörien Liiton Rakennepiirustusohjeiden tekstiosaa vuodelta 1988, Rakentajain kalenteria vuodelta 1965 sekä rakentajainkalenteriin verrattavissa olevaa saksalaista Taschenbuch für Bauingenieure vuodelta 1928. Tietokonepohjaisten ohjelmistojen historiaa tutkittiin myös, sillä se vaikuttaa suoraan piirustustekniikoiden kehitykseen.

2.1 CAD-ohjelmistojen historiaa

Piirustukset tuotettiin käsin, kunnes tietokoneavusteinen suunnittelu (eng. Computer-Aided design, CAD) alkoi yleistymään suunnittelutoimistoissa. Tietokoneavusteisten ohjelmointijärjestelmien historia alkaa vuodesta 1957, jolloin Patrick Hanratty julkaisi ensimmäisen numeerisen ohjelmointijärjestelmän nimeltä PRONTO. Hanrattyn järjestelmää seurasivat järjestelmät Sketchpad, ADAM, IGES ja CATIA. (Partsolutions www-sivut, 2020).

Vuonna 1982 Autodesk julkaisi ohjelman, joka oli ensimmäinen kaksiulotteinen tietokoneavusteinen suunnitteluohjelma, jonka yksityishenkilö saattoi hankkia kotitietokoneelleen. Aikaisemmat ohjelmistot olivat suunniteltu keskus- tai minitietokonepohjaisiksi. Autodeskin edellä mainittu ohjelma tunnetaan edelleen nimellä AutoCAD. (Cadsourcing [www-sivut](#), 2020). Tällä hetkellä Autodesk on yksi johtavista suunnitteluohjelmista ja sen asiakkaat työskentelevät arkkitehti-, rakennus-, media- ja viihdeteollisuuden parissa (Autodesk [www-sivut](#), 2020).

Rakennesuunnittelutoimistoissa ohjelmiston käyttö alkoi kohtalaisen nopeasti yleistymään. Jo vuonna 1984 julkaistiin Suomen Rakennusinsinöörien liiton ”RIL 160-1984 Rakennepiirustusohjeen CAD-täydennysosa”, joka myöhemmin liitettiin osaksi julkaisuja ”RIL 84-1-1988 Rakennepiirustusohjeet, Tekstiosa” ja ”RIL 84-2-1988 Rakennepiirustusohjeet, Liitepiirustukset”. Tietokoneiden käyttäminen suunnitelmien tuottamisessa oli edelleen nousussa vuonna 1988, joten sitovia ohjeita ei julkaisuissa esitetty vaan keskityttiin avaamaan suuntaa antavia näkemyksiä siitä, miten tietokoneella tuotetut piirustukset voisivat poiketa käsin tuotetuista. Esimerkiksi lämpöeriste voidaan esittää käsin piirretystä poiketen sahaviivalla ja yleisesti käytettävistä mitta-kaavoista voidaan poiketa, jos kuvakoko tulisi kasvamaan liian suureksi. (RIL 84-1-1988.)

2.2 Suunnitelmien sisältö ja tarkoitus

Rakennesuunnitelmien pääasiallinen tarkoitus on esittää riittävällä selkeydellä kaikki tarpeellinen tieto toteutettavasta rakenteesta, niin että toteuttajaosapuoli osaa tulkita piirustusta sisältöineen ilman väärinymmärryksiä. Rakennesuunnitelmat tehdään arkkitehdin suunnitelmien lisäksi, jotta kyseessä oleva rakennuskohde voidaan turvallisesti toteuttaa. Selkeä esitystapa on ollut ja on edelleen avainasemassa piirustuksia tuotettaessa.

Yhtä oikeaa tapaa rakennepiirustusten esittämiseen ei ole, on vain hyväksi todettuja käytäntöjä, joiden pohjalta yleisimmät ohjeet ja julkaisut on luotu. Rakennesuunnitelmien esitystavoista on annettu ohjeita, ei määräyksiä. RIL:n Rakennesuunnittelun asia-

kirjaohje toimii ohjeena, johon on kerätty yleisesti hyväksi koetut käytännöt sekä asiakirjakokoelmana ja se huomioi eri toimialojen näkemykset hyvien käytänteiden luomiseksi. Ohjetta tehdessä on huomioitu myös voimassa olevia yleisiä suunnitteluohjeita. (RIL 229-1-2013, 2013.)

Varsinaisten rakennesuunnitelmien sisältöä ja ulkonäköä ei ole määrätty missään asetuksessa tai standardissa kovinkaan laajasti koskaan. Vuonna 1976 voimaan tulleen Suomen Rakentamismääräyskokoelman (RakMK) osan A2 Rakennuspiirustukset määräykset koskevat pääpiirustuksia. Pääpiirustuksiin lukeutuvat asemapiirros, pohja-, leikkaus- ja julkisivupiirroksset, jotka ovat pääasiassa arkkitehtien tuottamia piirustuksia. Rakennusmääräyskokoelman osa A2 on sittemmin kumottu kokonaan.

Rakennesuunnitelmien sisältöön otetaan kantaa RakMK:n osan A2 alussa kerrottaessa pääpiirustuksia täydentävistä piirustuksista, kuten esimerkiksi rakennepiirustuksista. Määräyksen mukaan niistä tulee ilmetä seuraavat määräyksessä luetellut tiedot:

- ”1. kantavat rakenteet siten esitettynä, että niiden lujuus on arvosteltavissa, sekä ilmoitus niissä käytettävistä elementti- ja muista valmisosista,
2. lämmön-, kosteuden- ja vedeneristys,
3. rakennusaineiden, -tarvikkeiden sekä rakennusosien lujuus ja eristysarvot, mikäli ne eivät ilmene merkityistä kauppanimikkeistä tai standardeista,
4. rakenteiden hyötykuormat, sekä
5. perusmaan laatu ja sallittu pohjapaine tai paalukuorma.” (Suomen RakMK A1-2 1976, 3-4.)

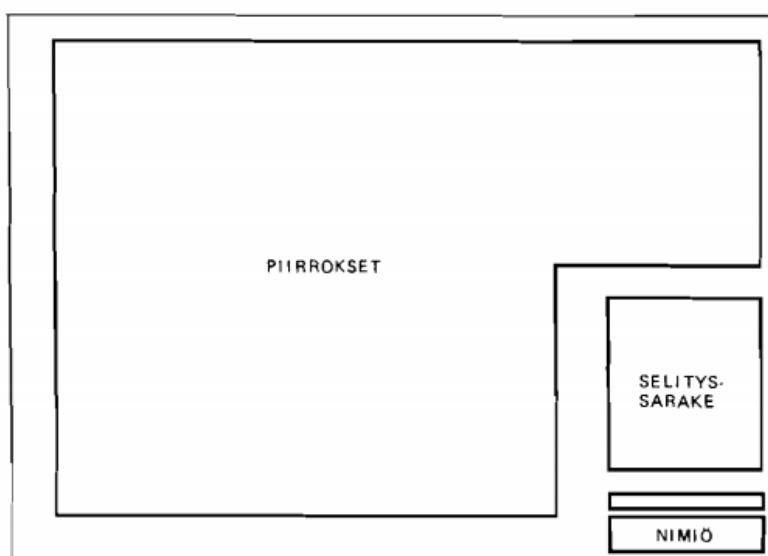
2.3 Suunnitelmien sisällön kehitys

Liitteenä löytyviä rakennesuunnitelmia tarkasteltaessa on huomioitavissa, että toteuttajille on jätetty paljon enemmän vastuuta kuin nykyään. Yleistekstit, jotka nykyään kirjataan nimiösivun päälle kuten esimerkiksi sallittu mittapoikkeama, hitsausluokka tai vaadittava betonipeitepaksuus, puuttuvat vanhoista suunnitelmista kokonaan.

Nimiö vanhoissa suunnitelmissa on erittäin yksinkertaistettu, eikä siitä selviä muuta kuin insinööritoimiston nimi, suunnittelija ja päivämäärä. Kohteen nimi, piirustuksen

sisältö ja mittakaava ovat kirjattu piirustuksen vasempaan yläreunaan ja piirustuksen numero sekä tiedot materiaalilujuuksista oikeaan yläreunaan (Liitteet 1-4).

Vuonna 1973 julkaistu ohjekortti RT004.021 otti jo kantaa siihen, miten piirustuksessa tulee ryhmitellä piirustukset ja tekstit keskenään (Kuva 1), mutta tarkempia mittoja nimiöstä kortissa ei ollut. Julkaisussa RIL 84-1-1988 ohjeellinen nimiö muistuttaa jo vahvasti sellaista, joka nykyään on yleisesti käytössä. Nykyään ohjeellinen maksimi-leveys nimiölle on 178 mm ja vuoden 1988 RIL julkaisussa se oli vielä 183 mm. (RIL 229-1-2013, 104.)



Kuva 1. Piirustuksen sisällön asettelu (RT 004.021).

Rakennesuunnitelmista (Liitteet 1-4) käy ilmi käytettävän betonin ja teräksen lujuus, mutta ei välttämättömien rakenteiden lisäksi juurikaan muuta. Puurakenteiden suunnittelua ei tehty oikeastaan ollenkaan. Käytettävän puutavaran koko saatettiin kuitenkin suunnitelmissa määritellä (ks. Liite 4). Suunnitteluvirheiden osoittaminen suunnitelmista oli uskoakseni haastavampaa, sillä suunnitelmat suunnittelun jälkeenkin jättivät tietoisesti tilaa toteuttajien omille, hyväksi koetuille rakennustavoille.

2.4 Suunnitelmien määrä ja laatu

Detaljisuurennosten teko helpottui CAD-tekniikan myötä. Koko kuvaa ei pitänyt enää piirtää suureen mittakaavaan, vaan oli mahdollista käyttää pienempää mittakaavaa ja

yhdistellä eri osasuurennoksia osaksi piirustusta. Myös tietojen ryhmittely työvaiheiden mukaan mahdollistui kuvatasotekniikan myötä. Oli mahdollista esittää kohteen raudoituskuva erillisenä suunnitelmana eri tulosteessa kuin muut kohteen tiedot. (RIL 84-1-1988, 62, 63.)

Suunnitelmien määrä on ollut vähäisempi 1950- ja 1960-lukujen vaihteessa kuin nykyään. Kaikki asiat on pyritty lähtökohtaisesti esittämään samassa piirustuksessa, jolloin piirustuksen detajiiikka on jäänyt vähäiseksi. Nykyään lähes kaikista työvaiheista tehdään oma suunnitelmansa ja esimerkiksi yhden tason (esimerkiksi 1. kerroksen katto) mittapiirustus ja raudoituspiirustus ovat kaksi erillistä suunnitelmaa, jotka sisältävät viittaukset toisiinsa.

Suunnitelmien laatu tarkentui tietokoneavusteisten suunnitteluohjelmien myötä, sillä ohjelmistolla pystyttiin tuottamaan käytännössä aina samanlaista tietäntyyppistä viivaa, esimerkiksi kaksoispistekatkoviivaa. Myös, esimerkiksi rakenneleikkausten eristemerkinnät alkoivat esiintymään koko rakenteen mitalla. Piirustuksesta 8 (Liite 3) näkee, että alapohjan betonilaatan alla oleva eriste on esitetty ainoastaan osittain leikkauspintamerkintää käyttäen. Toisaalta suunnitelmien laatu myös kärsi, sillä samaa rakenneosaa esitettiin useassa eri piirustuksessa, jolloin rakenteen muuttuessa päivitettäviä piirustuksiakin on enemmän. Tästä syystä saman kohteen eri piirustuksiin saat-
taa jäädä keskinäisiä ristiriitoja ja suunnitteluvirheet saattavat kasvaa.

2.5 Mitoitustavat

Ineton piirustuksissa 8,22 ja 23 (Liite 1, Liite 2 ja Liite 3) on käytetty mittayksikköinä sekä senttimetrejä, tuumia että millimetrejä. Kaikki muut mitat paitsi rauta- ja puutavar-
an poikkileikkausmitat on annettu senttimetreinä, sm. Harjaterästankojen halkaisija on sen sijaan annettu millimetreissä ja pyöröterästangon halkaisija tuumissa. Nykyään korkeusasemat annetaan metreinä kolmella desimaalilla ja kaikki muu millimetreinä ilman mittayksiköitä. Jos näistä poiketaan, pitää mittayksikkö esittää. (RIL 229-1-2016, 95). Kumotussa RakMK osassa A1 määrättiin käytettäväksi vain millimetrejä ja metrejä (Suomen RakMK A1-2 1976, 6).

Piirustus 23 (Liite 3) on päivätty vuodelle 1954 ja Suomessa SI-järjestelmä otettiin käyttöön vasta 1.1.1978. SI-järjestelmän käyttöönotto tarkoitti sitä, että tuumien yleisestä käyttämisestä oli luovuttava. Sen vuoksi Suomen Rakennusinsinöörien liiton vuonna 1988 julkaisemassa ohjeessa kaikki mitat ovat metrijärjestelmän mukaisia, eikä tuumia enää näkynyt rakennesuunnitelmissa. (RIL 84-1-1988, 70.)

Vuoden 1965 Rakentajainkalenteri antoi määräyksen rakennussuunnitelmien mitoitukseen. Mitat merkitään antamalla mittayksikkö (5m, 2sm, $\frac{3}{4}$ " tai mittaluku. Jos ilmoitettiin pelkkä mittaluku, niin korkeusasemat oli annettava metreinä, rautarakenteiden ja tehdasvalmisteisten puurakenteiden mitat millimetreinä ja kaikki muut senttimetreinä. (Rakentajainkalenteri, 1965, 459.)

2.6 Moduulimitoitus

Moduuleihin sidottu mitoitustapa ei näkynyt olevan käytössä ja rakennesuunnitelmien mitat kävivät ilmi ainoastaan arkkitehtisuunnitelmista. Arkkitehti oli määrännyt pilareiden paikat ja pilarit luonnollisesti määrittivät palkkien paikat, joten sen tarkempaa rakenteiden sijaintimitoitusta arkkitehdin pohjakuvan lisäksi ei tarvittu.

Askeleita kohti moduuleihin sidottua mitoitustapaa alettiin ottaa 1940-luvun lopulla. Ensimmäinen dokumentoitu ehdotus moduulimitoituksesta RT-kortistoon on tehty 1.3.1947 Suomen Arkkitehtiliiton jälleenrakennustoimistolle ruotsalaisten jalanjäljissä. Jälleenrakennustoimisto sai alkunsa 1942 Alvar Aallon aloitteesta ja muuntui myöhemmin Rakennustiedoksi. Ensimmäinen 70 kortin kortisto, jotka nykyisin tunnetaan RT-kortteina, valmistui vuonna 1943. Suomen Arkkitehtiliitto ja Rakennusmestarien Keskusliitto perustivat Rakennustietosäätiö Oy:n 1972 jatkamaan Aallon aloittamaa työtä. (Rakennustiedon www-sivut, 2020).

Jälleenrakennustoimisto perustettiin sodan keskellä, jolloin tarve jälleenrakennuksen standardisoinnille ja ohjeistuksille oli merkittävä. Ensimmäiselle kortistolle määriteltiin tavoitteiksi ajantasaisuus, helppokäyttöisyys, arvovaltaisuus ja sisällön täydellinen kattavuus. (Rakennustiedon www-sivut, 2020). Näiden laatutavoitteiden perusteella moduulimitoituksen käyttöönotto tuntui varmasti luontevalta. Jälleenrakennuskauden

aikainen pientalovaltainen, omatoiminen asuntotuotanto ja sotaa seurannut nopea kaupungistuminen sekä kerrostalorakentamisen kasvu hyötyivät kortistosta. (Rakennustietoa vuodesta 1905, Martti Tiula). Kortistoon kirjatusta moduulimitoituksesta hyötyi niin suunnittelijat, rakentajat kuin ympäristökin. Rakennusosien ollessa määrämittäisiä, niiden käytön suunnittelu oli yksinkertaisempaa ja hävikki pientä. Hävikin määrän seurantaan osittain perustuva mitoitusjärjestelmä rantautui Ruotsista Suomeen.

Ehdotus moduulijärjestelyä koskien on tehty 1.3.1947 ja julkaistu Rakennustietosäätiön toimesta 1.9.1972. Moduulisääntöehdotusta perusteltiin rakennusainehävikin määrän pienenemisellä. Ehdotuksen mukaan rakennukset tuli mitoittaa siten, että seinät, palkistot, palkistojen aukot ym. yhtyvät koko rakennuksen pohjan, julkisivujen ja leikkausten yli ajateltuun ruutuverkostoon. Yhden ruudun koko olisi 10 cm, verkoston nimi moduuliverkosto ja yhden ruudun koko olisi moduuli. (RT 038.963, 1). Tarkemmin moduulijärjestelyistä ja moduuliverkoista kerrottiin vuonna 1973 julkaistussa kortissa RT038.965.

2.7 Teräslaatuojen tunnuksot

“Joitakin piirustuksissa käytettyjä merkintätapoja on vaikea tuottaa tietokoneella ja siksi on selvää, että tällaiset merkinnät tulevat CAD:in lisääntyessä korvautumaan uusilla merkintätavoilla.” (RIL 84-1-1988, 62.)

Palkkipiirustuksesta (Liite 3) näkee kyseisen ajan tavan merkitä terästankoja kreikkalaisella kirjaimella fii ja mahdollisella poikkiviivalla (Kuva 2). Tietokonetekniikan ei arveltu soveltuvan kovin hyvin kirjaimen fii käyttämiseen rakennepiirustuksissa, joten Betonielementti-CAD -ohjeessa annettiin suositus kirjaintunnusten käyttämiseen. Kirjainta D suositeltiin käytettäväksi fiin tilalla, ja jos käytettiin jotain muuta kirjainta, joka samalla ilmaisi myös käytetyn teräslaadun, tuli kirjaimen selitys kirjoittaa auki teräsluettelon otsikko-osassa. (RIL 84-1-1988, 68.)

ϕ	Harjatangon tunnus	ϕ	Pyörötangon tunnus
ϕ	Jännitettäväksi tarkoitettun terästangon tunnus		
ϕ	Kuviopintaisen kylmämuokatun pyörötangon B500P tunnus		

Kuva 2. Terästankojen vanhat merkintätavat (RIL 229-1-2013, 82).

3 YLEISET RAKENNEPIIRUSTUKSIA KOSKEVAT OHJEET

Nämä ohjeet ovat yleisesti hyväksyttyjä ja koskevat yleisesti betoni-, tiili- ja puurakenteiden rakennepiirustuksia. Ohjeista voidaan poiketa, jos tilalla käytettävät merkin-
nät ja merkintätavat noudattavat yleisesti hyväksyttyjä tapoja. Merkintöjä voidaan
myös täydentää tarvittaessa teksteillä. Näitä ohjeita voidaan myös soveltaa kallion-
louhinta-, maankaivu-, salaojitus-, pihantasaus-, sadevesiviemärointi- ja paalutuspii-
rustuksiin sekä muihin samankaltaisiin suunnitelmiin. (RIL 229-1-2013, 75.)

3.1 Viivat ja viivatyypit

Rakennepiirustuksien viivatyyppeinä käytetään ISO 128-20 tai RT 15-10635:n mukai-
sia viivalajeja (RIL 229-1-2013, 77). Piirustuksissa on kiinnitettävä erityistä huomiota
siihen, että kohteen kaikki ääri viivat ja reunat on esitetty käyttötarkoituksen vaatimalla
tarkkuudella (RT 15-10635, 1). Oikein käytetyt viivaleveydet ja viivalajit helpottavat
suunnitelmien lukemista ja hahmottamista.

3.1.1 Viivatyypit



Ehyt viiva

Ehyellä viivalla esitetään piirustuksissa näkyvän pinnan ääri viivat, eri osien rajaviivat
ja taitteet. Viivatyyppejä käytetään myös leikkauskuvissa ääri viivojen ja eri osien raja-
viivojen esittämiseen. Mittaviivat apuviivoineen esiintyvät ehyinä (RIL 229-1-2013,
77).



Leveä ehyt viiva

Kun halutaan korostaa jo olemassa olevaa rakennetta, käytetään leveää ehyttä viivaa
(RIL 229-1-2013). Leikkauspintojen rajoja ja reunoja voidaan vahvistaa leveällä vii-
valla (RT 15-10635).

Katkoviiva

Kuvattavan rakenteen takana olevien pintojen ääri viivat, taitteet ja eri osien rajapinnat esitetään katkoviivalla (RIL 229-1-20136, 77).



Pistekatkoviiva lyhyin viivaosin

Leikkaustason etu- ja yläpuolella olevan pinnan ääri viivat, taitteet ja liikuntasaumot merkitään lyhyellä pistekatkoviivalla (RIL 229-1-2013, 77).



Pistekatkoviiva pitkin viivaosin

Kuvauksen rajaavat viivat esimerkiksi detaljipiirustuksessa, keskiviivat, symmetria-akselit, moduulilinjat ja leikkauksen paikantavat viivat esitetään pitkällä pistekatkoviivalla (RIL-229-2013, 78).



Kaksoispistekatkoviiva

Kaksoispistekatkoviivalla esitetään leikkauksen paikantavat viivat. Myös rajoittuvien rakennusosien reunat ja rajat, jotka esitetään ainoastaan piirustuksen ymmärrykseen liittyvistä syistä, piirretään kaksoispistekatkoviivalla (RIL 229-1-2013, 78).



Erittäin leveä kolmoispistekatkoviiva

Tätä viivatyyppiä käytetään vain ja ainoastaan ilmaisemaan paloteknisten osastointien rajoja (RT 15-10635, 9).



Pisteviiva

Purettavien rakennusosien ääri viivojen viivatyyppinä käytetään pisteviivaa (RIL 229-1-2013, 78).

3.1.2 Viivanpaksuudet

Rakennepiirustuksissa käytetään yleensä kolmea eri viivanpaksuutta. Yleisesti käytössä olevina viivanpaksuuksina käytetään 0,25 millimetriä ohuelle, 0,35 millimetriä keskipaksulle ja 0,5 millimetriä paksulle viivalle. Ohutta viivanpaksuutta käytetään mitta- ja apuviivoissa sekä toisarvoisissa viivoissa. 0,35 millimetrin paksuutta käytetään lähinnä kaikissa ääri viivoissa ja paksua viivaa kun halutaan esittää jokin asia korostetusti. Paloteknisissä merkinnöissä käytettävän erittäin leveän kolmoispistekatkoviivan paksuus on yleensä 1,0 millimetri. (RIL 229-1-2013, 78.)

Viivanpaksuuksina voidaan myös käyttää taulukon 1 mukaisia arvoja. Paksuuksien suhde taulukossa on 1:2:4. (RT 15-10635.)

Taulukko 1. Viivaryhmät ja paksuudet millimetreinä

I	II	III	IV
(0,13)	0,18	0,25	0,35
0,25	0,35	0,5	0,7
0,5	0,7	1,0	1,4

3.2 Tekstit ja tunnukset

Tekstit

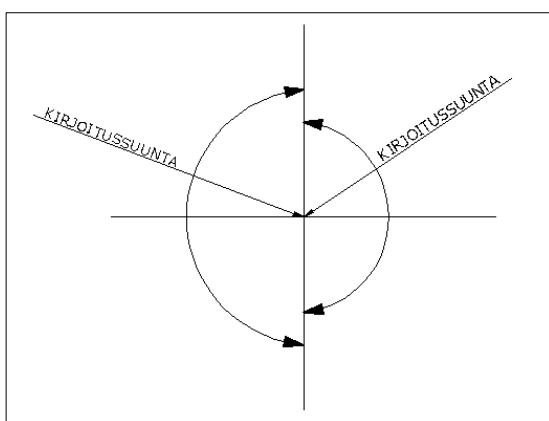
Piirustuksissa suositellaan käytettäväksi RT 15-10635 ja standardin SFS 4730 mukaista tekstiä. Teksti tulee olla helppolukuista ja yhdenmukaista. Tekstin tulee olla luettavissa myös mahdollisista kopioista. Tekstin vähimmäiskorkeutena suositetaan 2,5 millimetriä. Numeroiden ja suurten kirjainten vähimmäiskorkeutena käytetään 3,5 millimetriä. Leikkausten ja rakenneosien numero- ja kirjainmerkintöjen sekä muutosmerkintöjen korkeutena käytetään 5,0 millimetriä. (RIL 229-1-2013, 76.)

”Rivijaon (kuva 5.1) tulee olla vähintään kaksi kertaa käytettävän pienaakkosten korkeus, $2c \leq b$. Tekstin kahden viivan välin tulee olla vähintään kaksi kertaa viivan leveys, $a > 2d$. Viivan leveys on yleensä $h/10$.” (RIL 229-1-2013, 76.)



Kuva 3. Tekstin mittoja (RIL 229-1-2013, 76).

Tekstin ja mittalukujen kirjoitussuunta valitaan kuvan 4 mukaisesti, jotta kaikki merkinnät olisivat helposti luettavissa ja yhteneväiset. Tekstit tulee olla luettavissa piirustuksen lukusuunnassa tai oikeasta reunasta päin (RT 15-10635, 11). Esittämällä mittayksikkö voidaan varmistaa lukusuunta.



Kuva 4. Kirjoitussuuntakaavio

Kirjaintunnukset

Lyhenteitä käytetään piirustuksen käyttötarkoituksen mukaan ja niiden liiallista käyttöä tulee välttää väärinymmärrysten välttämiseksi. Kaikki piirustuksissa selityksettä käytettävät lyhenteet tulee olla esitetty kohdetta koskevissa ohjeissa, normeissa tai standardeissa. (RIL 229-1-2013, 75; RT 15-10635, 14.)

Rakennepiirustuksissa käytettävät kirjaintunnukset on listattu taulukkoon 2. Varauspiirustuksissa käytetään kirjaintunnuksia ilmaisemaan reiän, tasoeron ja kiinnikkeen käyttötarkoitus. Varauspiirustusten kirjaintunnukset on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 2. Rakennepiirustusten kirjaintunnukset

Kirjaintunnus	Merkitys	Kirjaintunnus	Merkitys
b	leveys	Kl	keskilinja
B	kokonaisleveys	lp	lattian pinta
d,D, Ø	pallon tai ympyrän halkaisija	ls	liikuntasäula
	korkeus	mp	molemmissa pinnoissa oleva
h	teräsbetoniastian paksuus	pv	pystyviiste
hl	kokonaiskorkeus	tv	työvara
H	jännemitta	vv	vaakaviiste
Jm	pituus	yp	yläpinta
l	kokonaispituus	ypa	yläpinnan alempi
L	pallon tai ympyrän säde	ypy	yläpinnan ylempi
r, R	kaaren pituus	yr	yläreuna
s	paksuus	at	asennusteräs
t	vapaa-aukko	h	haka
Va	alapinta	jt	jakoteräs
ap	alapinnan alempi	lh	lisähaka
apa	alapinnan ylempi	pt	pystyteräs
apy	alareuna	vt	vaakateräs
ar	hyötyleveys	al	aluslevy
Hl	keskiöväli	hl	hammaslevy
k	kiintopiste	n	naula
K		Mk	mittakaava

Taulukko 3. Varuspiirustusten kirjaintunnukset

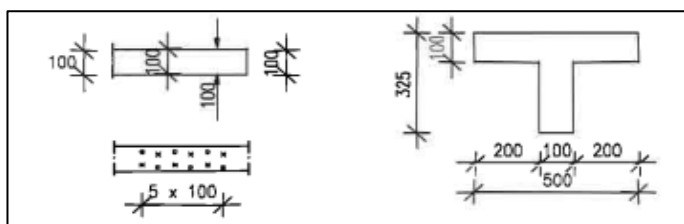
Kirjaintunnus	Merkitys
A	automaattikalaitteita tai johtoja varten
I	ilmastointilaitteita varten
H	höyryputkistoa varten
L	lämpöjohtoja varten
V	vesi- ja viemärijohtoja varten
R	sprinklerilaitteita varten
K	kylmäkoneita ja niiden putkistoa varten
E	erikoisputkistoa (öljy, kaasu, paineilma yms.) sekä putkipostia ja kanavistoa varten
T	tuotantoon liittyvää putkistoa ja kanavistoa varten
S	sähköjohtoja varten

3.3 Mitoitus

Mittayksikkönä rakennepiirustuksissa käytetään SI-järjestelmän mukaisia yksiköitä. Kun pituusmitta on annettu millimetreinä ja korkeusasema metreinä, mittayksikköä ei merkitä näkyviin. Muiden suureiden osalta mittayksikkö on esitettävä. (RIL229-1-2013, 95.)

Rakenteiden mitat annetaan mittaviivojen ja mitta-apuviivojen avulla (Kuva 5). Rakenteen kuvausviivojen käyttöä mitoituksen apuviivoina tulee välttää. Mitoitusmerkinnät sijoitetaan rakenteen tai sen osan kannalta oleelliseen ja tarkoituksenmukaiseen paikkaan. Merkintöjä laatiessa on pyrittävä välttämään niiden esittämistä rakenteen päällä selkeyden vuoksi. (RIL229-1-2013, 95.)

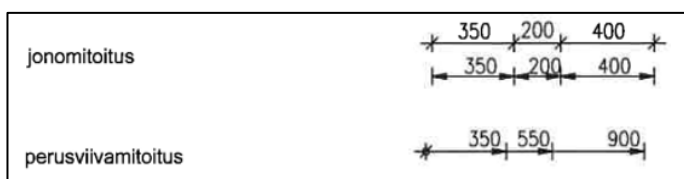
Rakenteet pitäisi pyrkiä mitoittamaan vain yhdessä, kohteen selkeimmin esittävässä, piirustuksessa. Yleisimmin rakenne mitoitetaan tasopiirustuksessa ja täydentävät tiedot annetaan muissa piirustuksissa. (RIL 229-1-2013, 95; RT 15-10635, 19.)



Kuva 5. Esimerkki mittojen esittämisestä (RIL229-1-2013, 96).

Pituusmitta

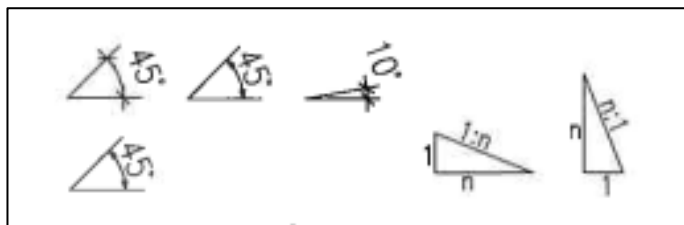
Rakennepiirustuksissa mitoitus suoritetaan jononmitoituksella ja teräsrakenteiden tuotantokuvissa perusviivamitoituksella (Kuva 6). Näistä ohjeista voi poiketa jos niin on erikseen vaadittu. Pituusmitta kirjoitetaan mittaviivan päälle tai sen jatkeelle. Mittaviiva esitetään mitoitetun linjan kanssa yhdensuuntaisena. Suora mittaviiva tulee esittää mittalinjan kanssa saman pituisena. (RIL 229-1-2013, 95.)



Kuva 6. Jono- ja perusviivamitoitus (RIL229-1-2013, 96).

Kulma- ja kaltevuusmitta

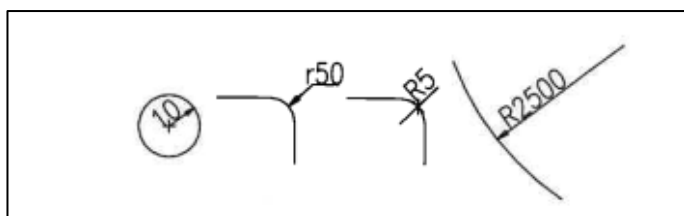
Kulman suuruus merkitään mittaluvulla, joka asetetaan mittakaaren yhteyteen. Kaltevuus ilmaistaan joko prosentteina tai suhdelukuna (Kuva 7). Suoran tai tason kaltevuus määräytyy aina vaakatasoon nähden, ellei toisin ole mainittu. (RIL 229-1-2013, 96.)



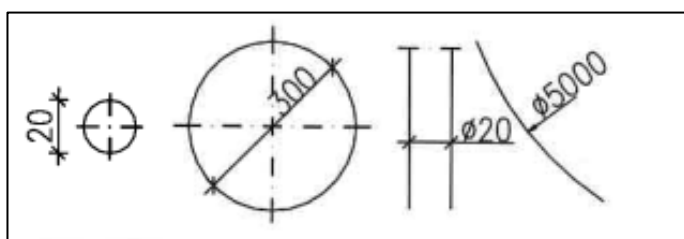
Kuva 7. Kulma- ja kaltevuusmitta (RIL229-1-2013, 96).

Säde- ja halkaisijamitta

Sädemitta varustetaan R- tai r-kirjaimella. Vaihtoehtoisesti kirjainmerkinnän saa jättää pois, jos keskipiste on merkitty (Kuva 8). (RIL 229-1-2013, 96). Halkaisija merkitään tarvittaessa D-kirjaimella tai Ø-merkillä, joka sijoitetaan mittaviivalle mittaluvun eteen (kuva 9). (RIL 229-1-2013, 97.)



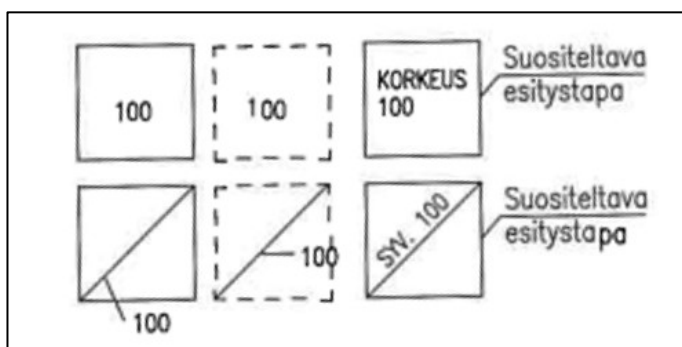
Kuva 8. Sädemitoitus (RIL229-1-2013, 97).



Kuva 9. Halkaisijamitoitus (RIL229-1-2013, 97).

Syvyysmitta

Kuvaustasoon nähden kohtisuorassa olevan syvennyksen tai ulkoneman mitta ilmaistaan ilman etumerkkiä ja mitan suunta määräytyy asianomaisten piirustusmerkkien mukaan (Kuva 10). (RIL 229-1-2013, 97.)

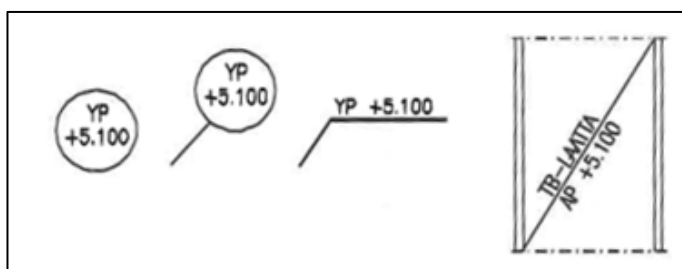


Kuva 10. Syvyysmitoitus (RIL229-1-2013, 98).

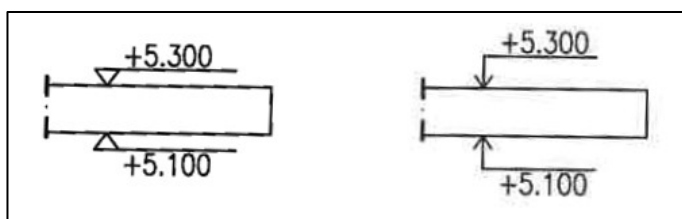
Korkeusasema

Tasopiirustuksessa korkeusasema merkitään ympyrän sisään, joka on sijoitettu sellaiseen kohtaan, jossa korkeusasema pitää paikkaansa ja josta mittaluvun voi helposti lukea (Kuva 11). Sivu- ja leikkauspiirustuksissa pisteen tai tason korkeusasema merkitään nuolen ja viiteviivan avulla (kuva 12). (RIL 229-1-2013, 97.)

Jos korkeusasemamerkintä kattaa vain tietyn kohteen kuvattavasta tasosta, kuten linjan, pienen alueen tai määrätyn pisteen, mittaluku sijoitetaan kohteen lähelle ja kohdistetaan viiteviivalla. Viiteviivan ylle kirjoitetun mittaluvun voi jättää ympyröimättä, jos siitä ei synny epäselvyyttä. Mittaluvun eteen olisi hyvä kirjoittaa minkä pinnan korkeusaseman se määrittää, esimerkiksi ap. +0.000 (Kuva 11). (RIL 229-1-2013, 97.)



Kuva 11. Korkeusaseman merkintä tasopiirustuksessa (RIL229-1-2013, 98).

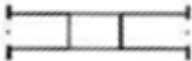
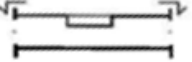
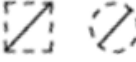
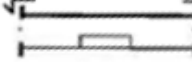
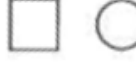
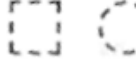
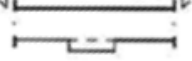
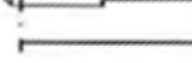
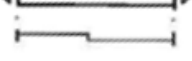


Kuva 12. Korkeusaseman merkintä leikkauspiirustuksessa (RIL 229-1-2013, 98).

3.4 Reikä- ja tasoeromerkinnät

Piirustuksissa käytettävät reikä- ja tasoeromerkinnät on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Reikä- ja tasoeromerkinnät (RIL 229-1-2013, 81).

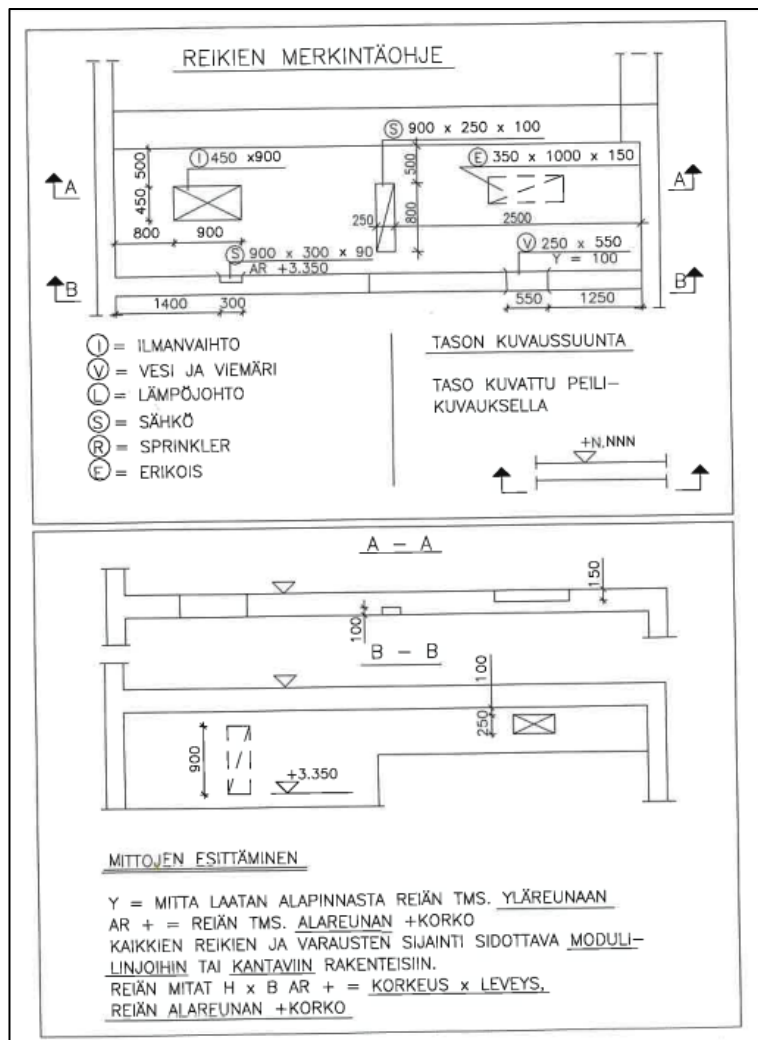
Merkintä	Selventävä leikkaus	Selitys
		Reikä
		Syvennys kuvatussa pinnassa
		Syvennys takapinnassa
		Ulkonema kuvatussa pinnassa
		Ulkonema takapinnassa
		Porrastus kuvatussa pinnassa
		Porrastus takapinnassa

3.5 Varauspiirustusmerkinnät

Varauspiirustukset laaditaan mittapiirustusta vastaavalle pohjalle ja siinä esitetään kantaviin rakenteisiin tarvittavat reiät, syvennykset, urat ja muut aukot. Mittapiirustuksesta poistetaan kaikki materiaali, joka on varausten kannalta tarpeetonta ja siinä esitetään ainoastaan varausten kannalta merkittävät rakenteet.

Suunnitelman selkeyden vaatiessa rakenneosiin tehtävät varaukset esitetään omissa piirustuksissaan. Raudoituspaiirustukseen merkitään laatan raudoitusta koskevat läpiviennit ja reiät. Varauspiirustuksen mitat esitetään kuvan 13 mukaisella tavalla. (RIL 229-1-2013, 92-93.)

Varauspiirustuksiin lisätään tarvittaessa kuvan 13 mukainen varausmerkintäohje, jonka mukaan suunnittelijat mitoittavat ja merkitsevät vaadittavat varauksensa piirustukseen.



Kuva 13. Esimerkki varausmerkintäohjeesta (RIL 229-1-2013, 93).

3.6 Erikoismerkinnät

Betonirakenteiden, teräsrakenteiden ja puurakenteiden erikoismerkinnät ilmenevät liitteistä 5-7. Liitteet ovat tämän opinnäytetyön tuloksena syntyneestä valmiista piirustusohjeesta. Ohjetta varten esitystä hieman selkeytettiin ja ryhmiteltiin uudelleen, mutta sisältö on sama kuin lähteessä. Lähdeaineistona käytettiin Suomen Rakennusinsinöörienliiton julkaisua RIL 229-1-2013.

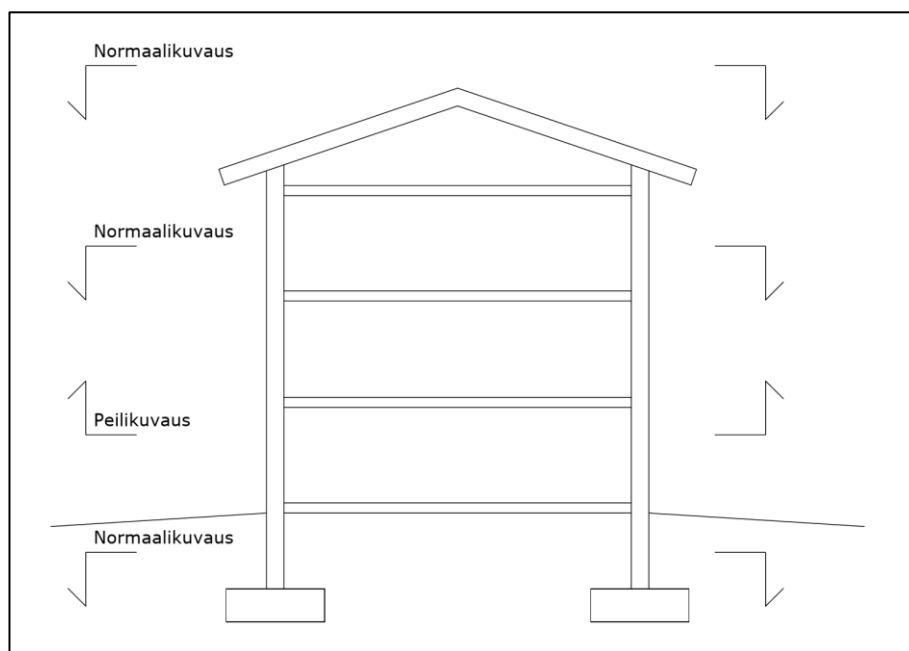
4 PAIKALLAVALURAKENTEIDEN PIIRUSTUKSET

4.1 Tasopiirustukset

Mittapiirustus

Paikallavalurakenteen mittapiirustuksessa pääasiallinen pyrkimys on esittää kohteen, sen yhden kerroksen tai vastaavan työvaiheen kantavat rakenteet ja sitä kannattelevat alapuoliset pystyrakenteet. Mittapiirustus esitetään peilikuvauksena eli rakennetta katsotaan alhaalta ylöspäin. Kuvaussuunnat selviävät tarkemmin kuvasta 14. (RIL 229-1-2013, 123.)

Kaikki rakenteen mitat, lukuun ottamatta keskiömittoja, sidotaan rakenteen raakapintaan. Piirustuksessa tulee esittää sekä moduulilinjat että päämitat ja rakennusosien sijainti tulee olla sidottuna niihin. (RIL 229-1-2013, 123.)



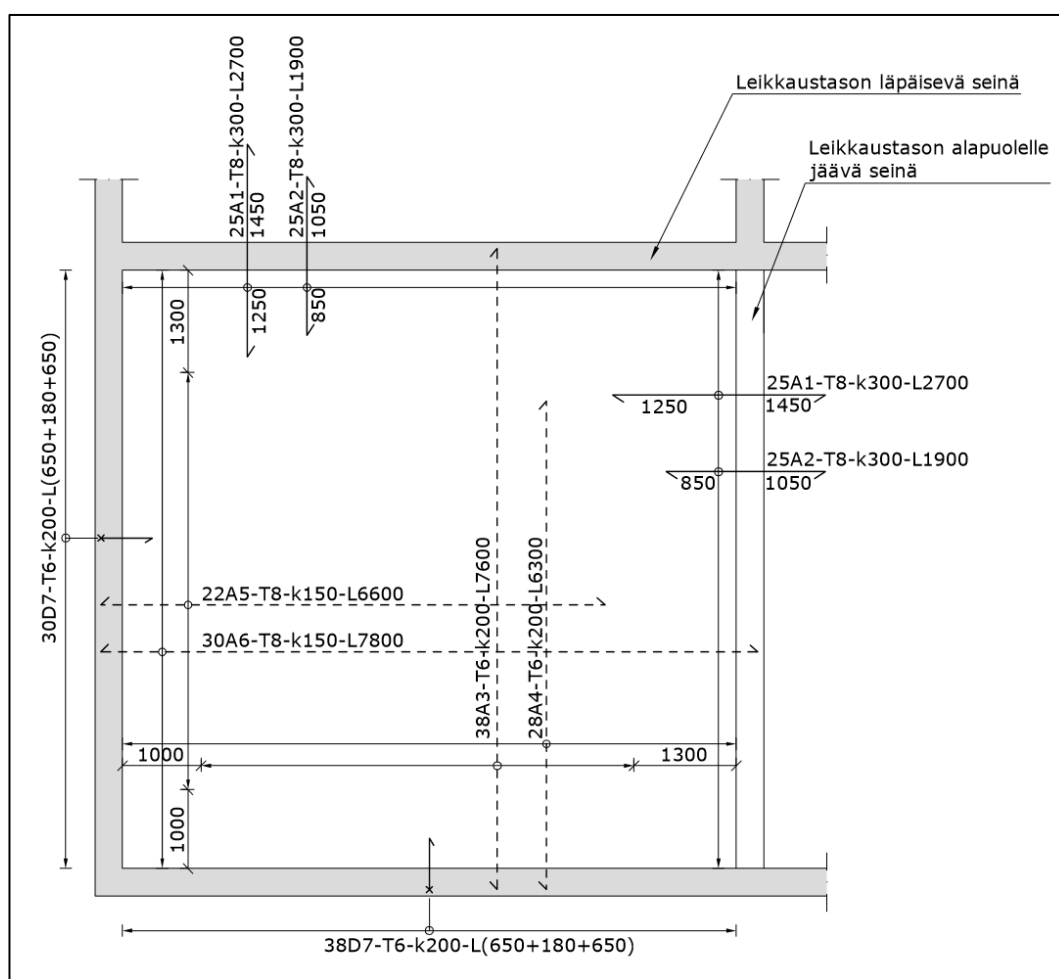
Kuva 14. Tasojen kuvaussuunnat.

Raudoituspiirustus

Raudoituspiirustuksessa esitetään mittapiirustuksessa esitettyjen laattojen raudoitus ir-toteräksin tai verkoilla. Piirustus laaditaan mittapiirustusta vastaavalle pohjalle. Kuvaustason leikkaavat rakenteet rasteroidaan, jos piirustuksen selkeys sitä vaatii. (RIL 229-1-2013, 125.)

Erityistä huomiota raudoituspiirustuksissa vaativat terästen merkinnät ja mitoitus. Yläpinnan teräs merkitään ehyellä viivalla ja alapinnan teräs katkoviivalla. Terästen väkästen tulee aina osoittaa betoniin päin. Piirustuksessa teräkset esitetään piirustuksen tasoon käännettyinä ja teräs taivutuskohtineen mitoitetaan yksityiskohtaisesti, kuten kuvassa 15. Terästen mitoitus sidotaan laattaa kantaviin rakenteisiin. (RIL 229-1-2013, 123.)

Raudoituspiirustuksessa tulee esittää raudoitukset ja raudoitusmäärät ymmärrettävästi ja yksiselitteisesti. Piirustuksessa esitetään myös moduulilinjat ja päämitat niihin sidottuina, ei-kantavat betonirakenteet, jäykistävät rakenteet, raudoitukseen vaikuttavat aukot, liikunta- ja työsaumat sekä raudoitus- ja asennusjärjestys tarvittaessa. (RIL 229-1-2013, 126.) Toteutusluokan 3 piirustuksiin merkitään myös työteräkset (BY65, 12).

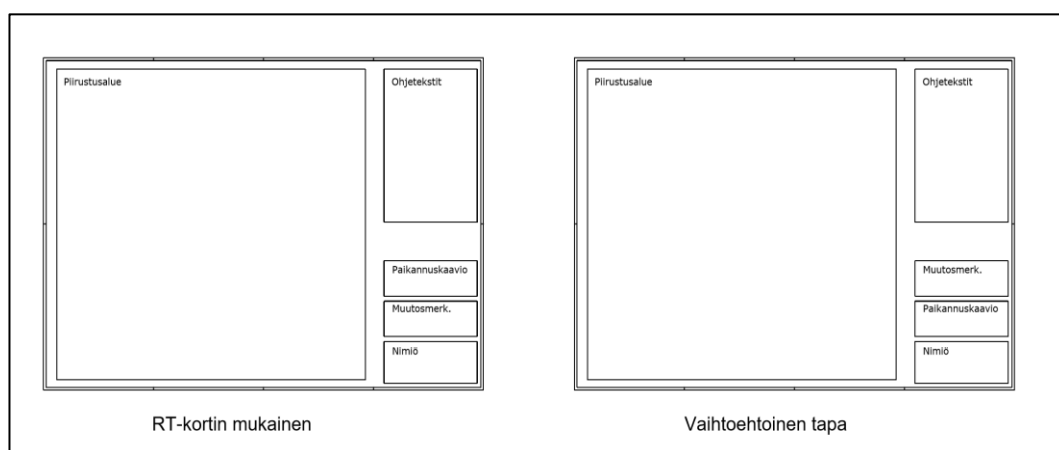


Kuva 15. Laatan raudoitus irtoteräksin.

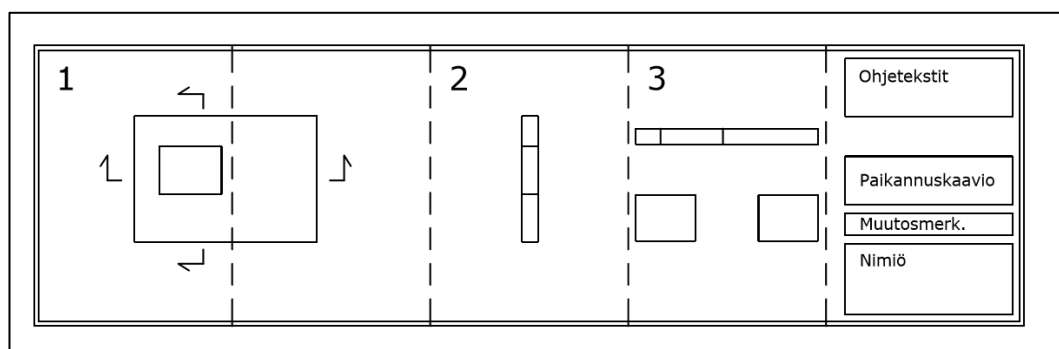
4.2 Tasopiirustusten sisällön ryhmittely

“Taso-, leikkaus- ja rakenneosapiirustukset laaditaan yleensä eri piirustuksina”. (RIL 229-1-2013, 100.)

Piirustuksen sisältö ryhmitellään niin, että nimiösivulle ei tule muuta kuin muutosmerkintätaulukko, paikannuskaavio ja nimiö. Ohjetekstit sijoitetaan nimiösivun päällä olevan sivun yläreunasta alaspäin. Piirustusalueen sisältö suositellaan sijoitettavaksi niin, ettei piirustuslehden taitekohdissa ole mitään merkittävää tietoa rakenteen kannalta. Kuvassa 16 on esitetty kaksi tapaa ryhmitellä piirustuksen sisältö. Jos piirustus on ainoastaan yhden A4-arkin korkuinen, ohjetekstejä voi sijoittaa nimiösivun ylälaitaan harkintaa käyttäen kuten kuvassa 17. (RIL 229-1-2013, 100-101.)



Kuva 16. Piirustuksen sisällön ryhmittely silloin kun arkki on vähintään 594 mm korkuinen.



Kuva 17. Piirustuksen sisällön ryhmittely silloin kun arkki on 297 mm korkuinen. Kuvassa numeroituna 1. tasokuva, 2. ja 3. täydentävät kuvat eli leikkaukset ja detailit.

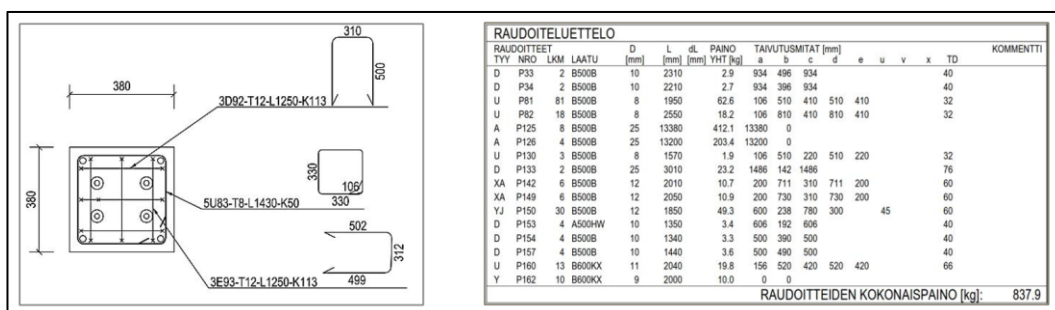
4.3 Rakenneosapiirustukset

Rakenneosapiirustuksien piirustusalueella tulee esittää mittapiirros rakenneosasta, raudoitus ja sen asennusjärjestys tarvittaessa, liittyvät kantavat rakenteet, raudoituksen vaikuttavat aukot, raudoitteiden ja tankojen koko sekä lukumäärä yksiselitteisesti, detaljimerkinnot ja tarvittaessa selventäviä leikkauksia. Raudoituksen asennusjärjestys voidaan myös esittää näissä piirustuksissa. Lisäksi piirustuksesta tulee ilmetä rakeneosaan tulevat kiinnitys- ja tartuntateräukset, reiät, syvennykset ja urat mittoineen, ellei niitä ole esitetty tarpeeksi selvästi muissa piirustuksissa. Jos rakenneosapiirustuksessa esitetään varaukset, niin niihin liittyvät piirustukset tulee mainita. (RIL 229-1-2013, 127.)

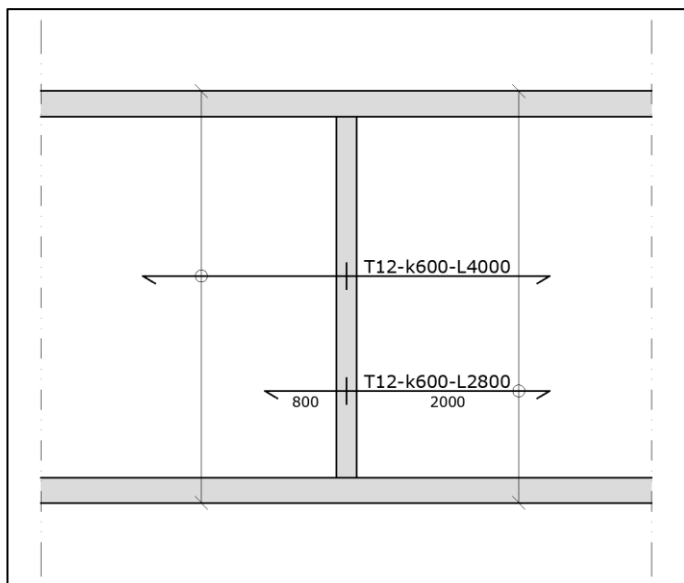
Palkkipiirustus

Palkin pääteräukset tulee merkitä ehyellä viivalla, haat ohuella ehyellä viivalla tai vaihtoehtoisesti katkoviivalla. Katkoviivalla esitetään liittyvien rakenteiden pääraudoitukset. Kaikki teräukset tulee esittää oikeita kaarevuussäteitä käyttäen ja niiden mitat tulee ilmetä piirustuksesta. Terästen sijainti on sidottava rakenteeseen. (RIL 229-1-2013, 127.)

Jos palkki on raudoitukseltaan erityisen vaativa, sen raudoitukset voi esittää palkin ulkopuolella tarvittavia mittoja käyttäen. Yksittäisten terästen mitat voidaan esittää ulosvedettyinä (Kuva 18) tai erillisessä raudoiteluettelossa (Kuva 18). Jos teräs sijaitsee symmetrisesti välituella, sen asemaa esittävä mitta voidaan jättää merkitsemättä, kuten kuvassa 19. (RIL 229-1-2013, 127.)



Kuva 18. Esimerkkikuvat terästen ulosvedosta ja raudoiteluettelosta.

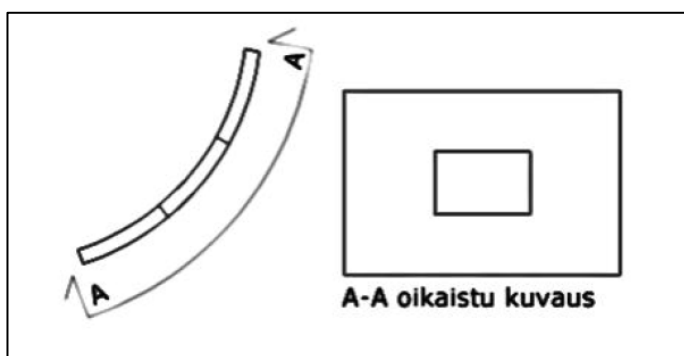


Kuva 19. Ylempänä oleva teräs sijaitsee keskeisesti välituella ja alempi epäkeskeisesti. Huomaa paikalleen mitoitus.

Pilari- ja seinäpiirustus

Seinän teräkset esitetään ehyellä viivalla ja pilaripiirustuksessa sovelletaan samaa periaatetta kuin palkin terästen esittämisessä. Pilarin poikkileikkauksessa haat esitetään ehyellä viivalla.

Seinä ja pilari esitetään aina kokonaisuutena ja oikaistuna (Kuva 20). Rakenneosia koskevat raudoitus-, reikä- ja mittatiedot voidaan esittää talonrakennussuunnitelmissa mittapiirustuksessa, edellyttäen että kohde on selkeä ja yksinkertainen. (RIL 229-1-2013, 128.)



Kuva 20. Oikaistu kuvaus.

Muut rakenneosat

Muut rakenneosat esitetään edellä mainittuja ohjeita soveltaen (RIL 229-1-2013, 127.)

5 YHTEENVETO

Rakennepiirustukset ovat muuttuneet vuosien varrella merkittävästi. Suurin piirustus-tekniinen harppaus tapahtui, silloin kun käsin piirtäminen vaihtui tietokoneavusteiseen piirtämiseen. Piirustusten laatu muuttui merkittävästi ja niiden muokkaaminen helpotui. Piirustusmäärät, ja sitä myöden asiakirjamäärät, kohteittain alkoivat myös kasvaa, sillä yksityiskohtaisempia piirustuksia oli nyt nopeampaa tuottaa.

Suunnitelmien suuri määrä on toisaalta positiivinen, toisaalta negatiivinen kehityssaskel. Suurempien piirustusmäärien päivittäminen ja niiden pitäminen ”linjassa keskenään” tuo omat haasteensa, ellei piirustusten tuottamista ole automatisoitu. Esimerkki automatisoinnista voisi olla esimerkiksi tietomallin pohjalta tuotettu suunnitelma, joka päivittyy automaattisesti mallia muokatessa. Muokkaukset käydään hyväksymässä piirustuspuolella ja tehdään revisiomerkinä. Jos automatisointia ei ole ja jokin rakenneosa muuttuu, niin se pitää muistaa muuttaa jokaisessa kuvassa, jossa se esiintyy. Suunnitelmissa pyritäänkin siihen, että yksi asia esitetään ainoastaan yhdessä piirustuksessa. Esimerkiksi laatan raudoituksesta tehdään oma piirustus, jossa raudoitus esitetään ja sitä ei esitetä missään muussa suunnitelmassa, ellei jonkin suunnitelman selkeys sitä vaadi. Tietomallipohjaisen suunnittelun yleistyttyä edellä mainittu käytäntö on osittain unohtunut. On saatettu päätyä ajattelemaan, että automatisoinnin avulla on helppoa esittää sama rakenneosa monessa eri piirustuksessa sillä sen muokkaamiseen ei tarvitse erikseen kiinnittää huomiota. Edelleen kuitenkin olisi suotavaa esittää yksi rakenneosa ainoastaan yhdessä piirustuksessa ja ellei tämä toteudu, olisi muistettava revisiomerkinöjen lisääminen jokaiseen päivittyneeseen piirustukseen.

Parempaan lopputulokseen rakentamisessa päästään osittain jo tuottamalla oikeanlaisia piirustuksia. Mitä selkeämpiä ja yksiselitteisempiä piirustukset ovat, sitä helpompaa niiden lukeminen on ja näin ollen rakennusvirheet teoriassa vähenevät. Piirustusten tekijöidenkin pitäisi olla tietoisia suunnitelmasisällöistään ja tietää miten asiat kuuluu ja kannattaa suunnitella. Piirustuksen ehyt ja selkeä esitystapa tukevat tätä suunnittelua.

Tulevaisuuden näkymät piirustusten kannalta ovat hieman hajanaiset. Koko ajan ollaan enemmän siirtymässä tietomallipohjaiseen rakennustuotantoon, jolloin piirustusten merkitys pienenee. Tulevaisuudessa piirustuksia ei välttämättä tulosteta, vaan kaikki rakentamiseen tarvittavat tiedot saadaan tietomallista. Korkotiedot haetaan mallista automaattisesti mittavälineistöön ja konepajatuotanto ohjaa CNC-koneet lukemaan eri osien tiedot suoraan mallista, jolloin tuotanto voidaan toteuttaa ilman piirustuksia. Ennen aikakautta ilman minkäänlaisia piirustuksia, tullaan varmasti siirtymään siihen, että paperitulosteita ei enää hankita. Piirustukset tulostetaan sähköiseen muotoon pdf-tiedostoiksi ja niitä tarkastellaan tietokoneelta, tabletilta tai älypuhelimesta. Raudituspiirustuksia saatetaan olla viemässä siihen suuntaan, että ne tulostetaan värikköinä ja raudat niputetaan käyttötarkoitustaan varten ja värikoodataan. Työmaalle tullessa rautanippuihin on merkitty mitä väriä mikäkin nippu edustaa ja näin ollen niput osataan kohdentaa oikeaan rakennusosaan ja oikeaan tasoon rakenteessa. Sähköisistä piirustuksista voidaan tarkistaa minkä värinen rauta kuuluu mihinkin.

Rambollin uusi Rakennesuunnitelmien piirustusohje noudattelee liitteen 8 periaatetta, jossa otsikkona on se asia (Yleiset piirustusohjeet, Paikallavalurakenne) mitä tulevat sivut käsittelevät. Joissain osioissa käytettiin otsikointia sisällön jäsentelemiseksi ja lukemisen helpottamiseksi. Heti alkuun on kirjoitettu huomioita, jos asiassa on jotain erityisesti huomioitavaa, yleisiä ohjeita siihen kohtaan liittyen sekä samaan aiheeseen liittyvät kohdat ohjeesta. Ohjeen eri kohtiin on kirjoitettu, mistä eri lähteistä tietoja siihen on kerätty. Näin annetaan mahdollisuus tutustua myös laajemmin siinä kohdassa käsiteltävään aiheeseen. Eri rakennemateriaalien ohjeiden jälkeen, piirustusohje päättyy esimerkkipiirustuslistaan (Liite 9). Ohjeen toinen osa käsittää kaikki nuo listassa mainitut esimerkkipiirustukset ja niiden avulla pääsee tutustumaan lähemmin esitystapa- ja mitoitusohjeisiin, joita ohjeessa esiteltiin.

Työn tuloksena syntyi sellainen ohje, joka täyttää alussa esitetyt tavoitteet. Jatkoa ajatellen piirustusohje olisi helpommin ehkä muokattavissa ja käytettävissä, jos se siirretäisiin johonkin sähköiseen julkaisualustaan. Piirustusohje pitäisi tarkastaa ja tarvittaessa päivittää lähes vuosittain, jotta se pysyy ajantasaisena. Uskon, että piirustusohjeesta tuli tarkoitukseensa sopiva. Tulevaisuuden kannalta jää vain nähtäväksi, kauanko tämän tyylinen piirustusohje on ajankohtainen.

LÄHTEET

Autodeskin www-sivut 2020. Viitattu 3.10.2020.

<https://www.autodesk.com/company>

BY65 Betoninormit 2016. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys ry.

Cadsourcing www-sivut 2020. Viitattu 3.10.2020.

<https://www.cadsourcing.com/the-evolution-of-cad/>

Partsolutions www-sivut 2020. Viitattu 3.10.2020.

<https://partsolutions.com/60-years-of-cad-infographic-the-history-of-cad-since-1957/>

Rakentajainkalenteri 1965. Helsinki: Rakentajain kustannus.

Rakennustiedon www-sivut, 2020. Viitattu 5.11.2020.

<https://www.rakennustieto.fi/index/rakennustieto/historia.html>

Rambollin www-sivut, 2020. Viitattu 3.10.2020.

<https://ramboll.com>

RT004.022. 1973. Piirustuslehti, nimistöä ja pinnan perusjako. Rakennustietosäätiö.

RT038.963. 1972. Moduulijärjestely, käsitteitä. Rakennustietosäätiö, Suomen Arkkitehtiliitto.

RT038.965. 1973. Moduulijärjestely, moduuliverkot. Rakennustietosäätiö.

RT 15-10635. 1997. Esitystapaohjeet, rakennuspiirustukset. Rakennustietosäätiö.

RIL 84-1-1988. 1988. Rakennepiirustusohjeet. Osa 1: Tekstiosa. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL.

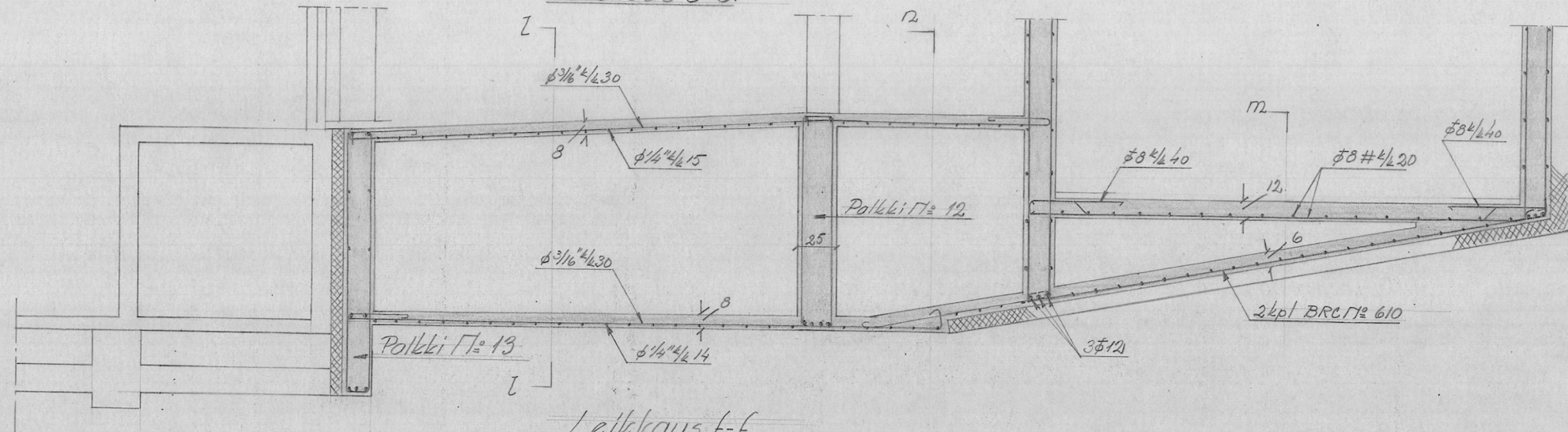
RIL 229-1-2013. 2013. Rakennesuunnittelun asiakirjaohje. Osa 1: Tekstiosa. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL.

Suomen RakMK A1-2. 1976. Sisäasianministeriö. Yleiset määräykset. Helsinki: Sisäasiainministeriö. <https://ym.fi/rakentamismaaraykset>

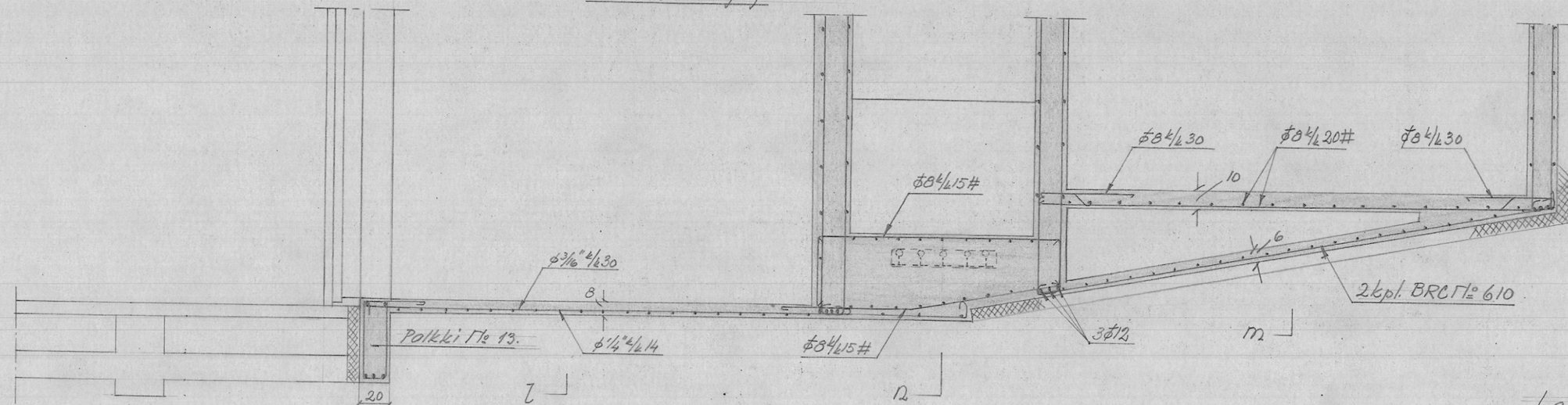
Porin Halli Oy. Lisärakennus. Kellarin katto. Leikkauksia ojoluiskan kohdalla. Mittakaava 1:25. Betoniseos B-betoni K200

N:o 8.

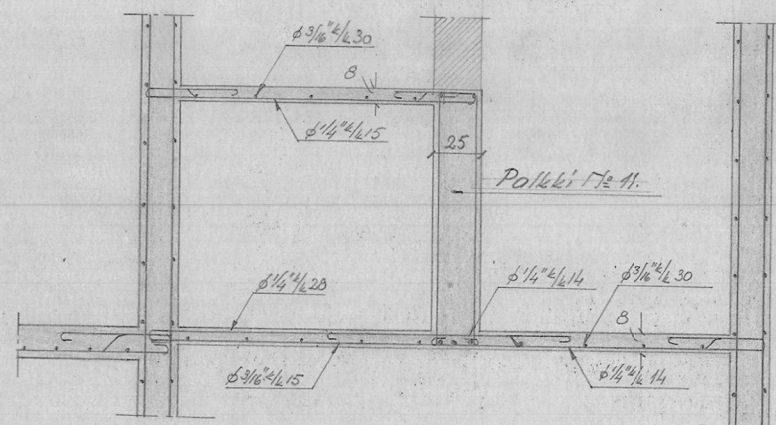
Leikkauksen e-e.



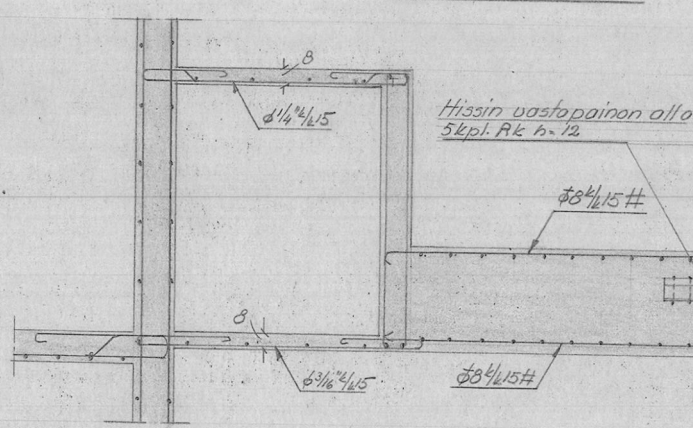
Leikkauksen f-f.



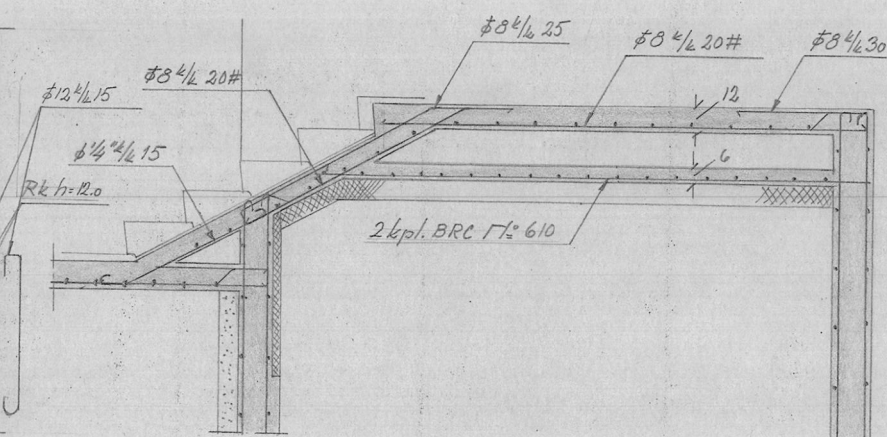
Leikkauksen l-l.



Leikkauksen n-n.



Leikkauksen m-m.

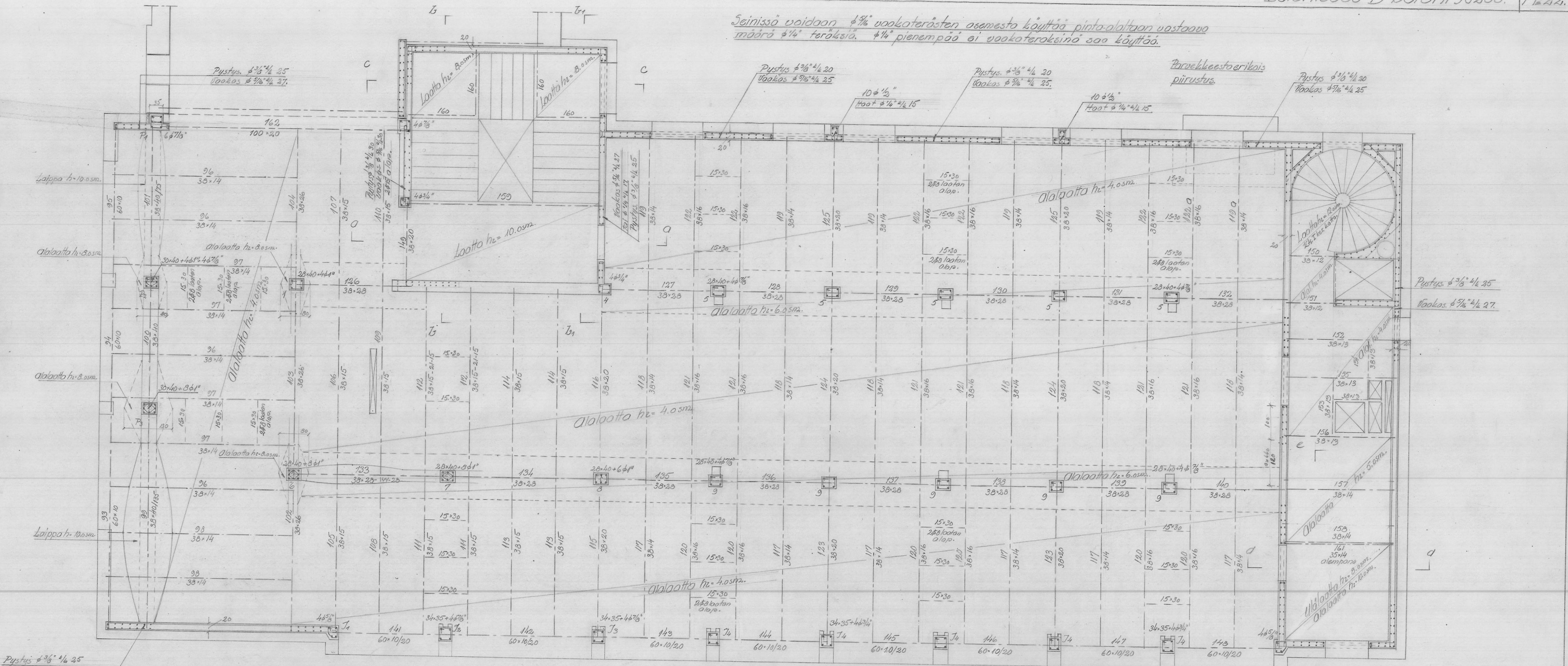


Seinien teräsket. Kts. piir. N:o 5.

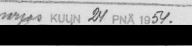
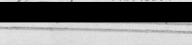
Porin Halli Oy. Lisärakennus. II-kerroksen katto. Pohjapiirros. Mittakaava 1:50.

Betoniseos B-Betoni K200. N:22.

Seinissä voidaan 4% vaakoterästen asemesta käyttää pinta-alaltaan vastaava määrä 4/4 teräksiä. 4% pienempää ei vaakoteräksinä saa käyttää.



Alalattassa verkko BRE 17:6/23 ellei aikseen oletoisin osoitettu!
Könsimarttisten seinien alla alalattan yllä ydessä pallit 15.30+2.5 alopinnassa.

Muutettu 27.11.54. H-mo.
INSINÖÖRITOIMISTO INETC
PORISSA  PÄIVÄ 1957.
PIIRITÄNYT 

$$0.25 \text{ m} \cdot h \cdot 6 = 12 + 30$$
$$h = \frac{18}{25}$$

$$\frac{24}{25} = 0.96$$

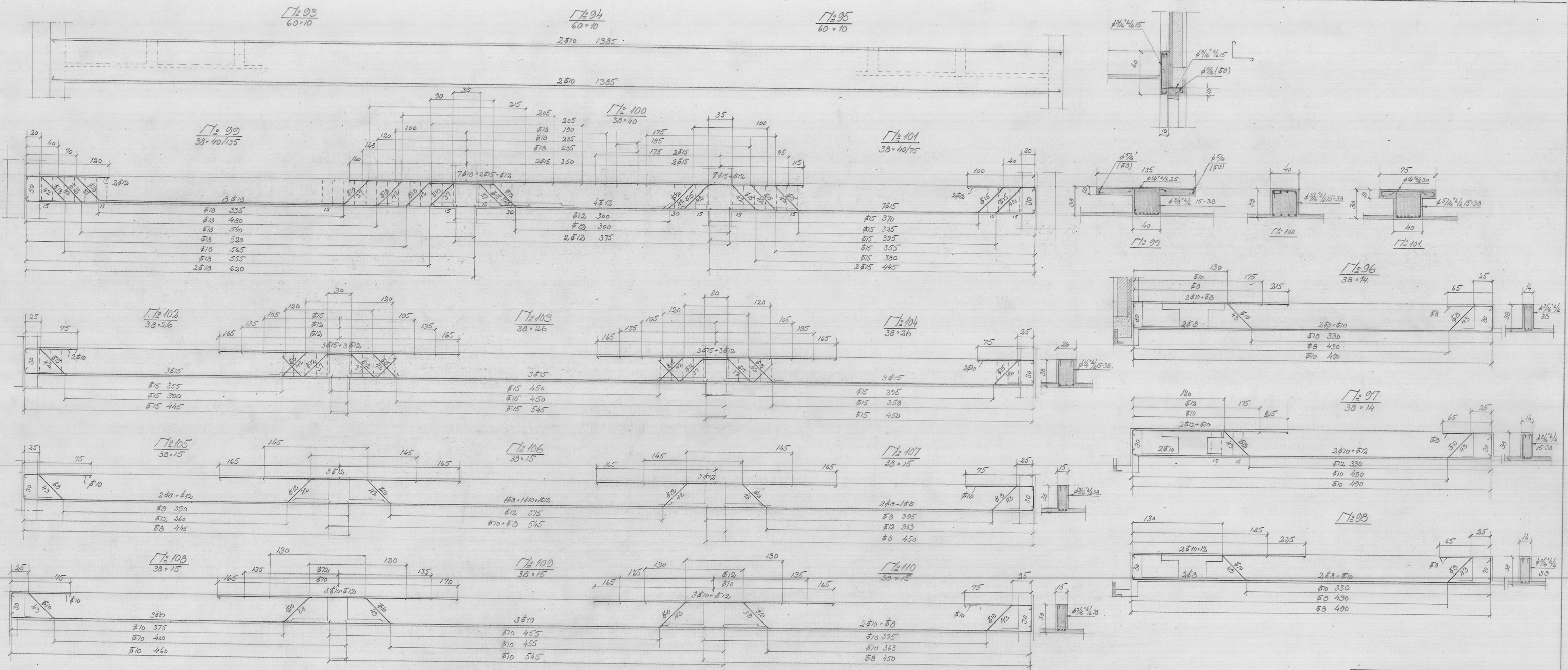
kest. 150
1.1.57

15.14
1.22
17.03

14.40
13.90
13.85

Porin Halli Oy. Lisärakennus. II-kerroksen katon pallkeja. Mittakaava 1:25.

Betoniseos B-betoni K200 1/23



INSINÖÖRITOIMISTO INETO
PORISSA M... KULIN 23 PÄIVÄ 1957
PIIRTÄNYT: [Redacted]

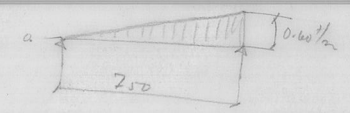
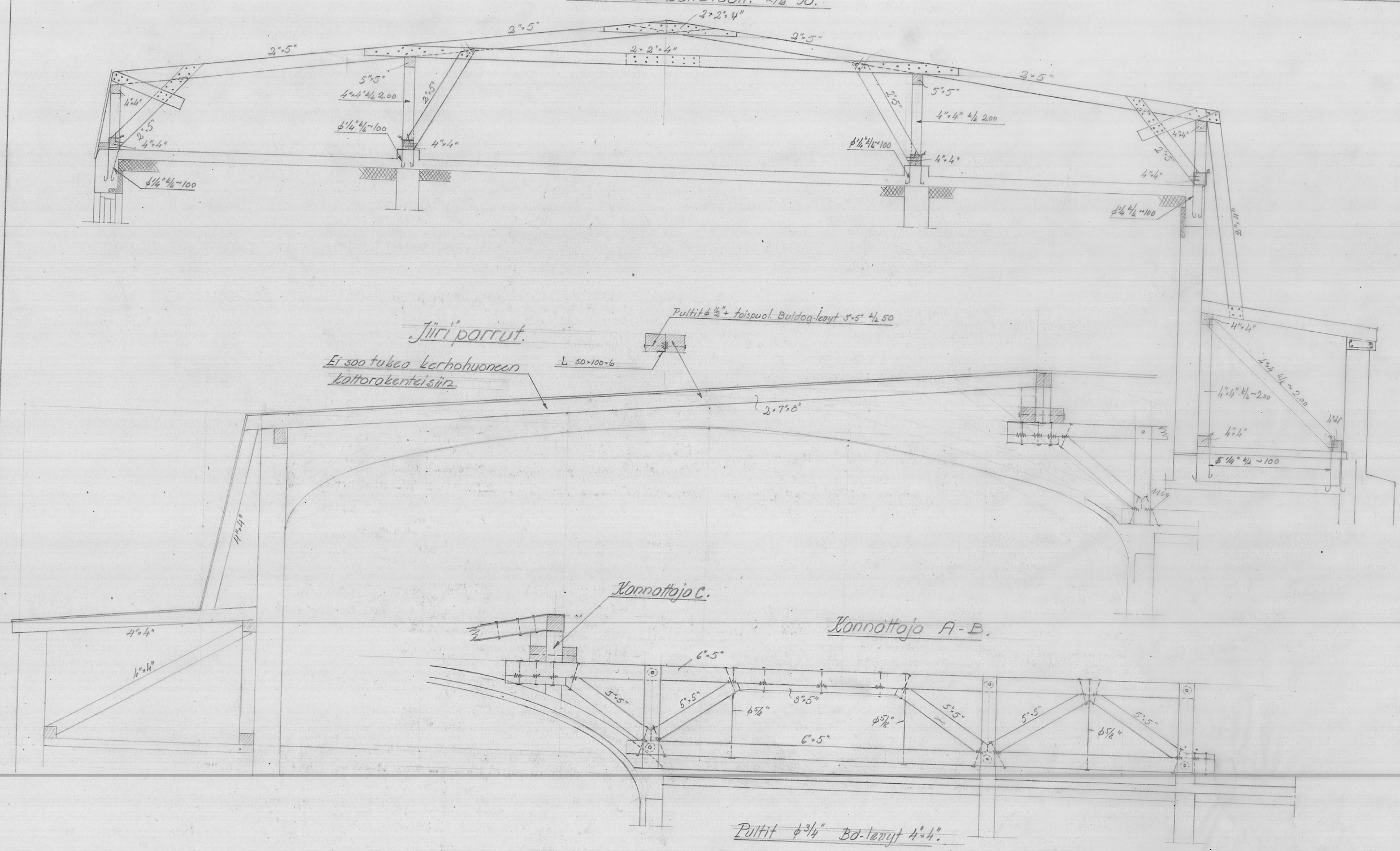
4.43
25
7.28

60
120
122

Porin Halli Oy. Lisärakennus. Vesikattorakenteita. Mittakaava 1:25.

17/45.

Tavallinen kattotuoli. 1/4 90.



mat. M = 0.128 * PL.

$P = \frac{\rho L}{2} = \frac{0.60 \cdot 7.5}{2} = 2.25$

$0.128 \cdot 2.25 \cdot 7.5 = 2.16 \text{ ton}$

$W \equiv \frac{21600 \text{ kg}}{98} = 220 \text{ kg}$

INSINÖÖRITOIMISTO INETO
Lommi 28 55.

Betonirakenteiden merkinnät (BM)

(RIL 229-1-2013)

Yläpinnan ja etupinnan teräkset piirretään ehyellä viivalla.

Alapinnan ja takapinnan teräkset piirretään katkoviivalla.

yP = yläpinta yPy = yläpinnan ylempi aPy = alapinnan ylempi
aP = alapinta yPa = yläpinnan alempi aPa = alapinnan alempi

Betoniterästen teräslajien merkintä piirustuksissa:

T = kuumavalssattu harjateräs
K = kylmämuokattu harjateräs
Y = korkean lujuuden omaava harjateräs
E = ruostumaton harjateräs
N = sileä betoniteräs
S = sileä rakenneteräs
X = betoniteräs määritellään aina tapauskohtaisesti

Terästen vanhat merkintätavat
(ei suositella käytettäväksi)

Ø Harjateräs
φ Pyöröteräs
Kylmämuokattu teräs
⊘ Jännitetty teräs

Piirustuksissa esitetään tapauskohtaisesti kirjain ja sitä tarkoittava betoniteräslaji sekä standardin tunnus ja mahdollinen tarkennus, esim:

T = B500B SFS 1300 HITSATTAVA
K = B500A SFS 1300 VERKOT
Y = A700B SFS 1300
E = B600KX SFS xxx
N = B500S SFS xxx
S = S235JRG2 SFS-EN 10025

Huom! Ainoastaan käytetyt teräslajit merkitään piirustuksen ohjealueelle.

Kun teräslajit esitetään standardin SFS 1300 (kehitteillä) mukaan, käytetään ko. standardin betoniteräsmerkintää:

BxxxD-(F)-(X) SFS 1300, jossa

- B tarkoittaa betoniterästä
- xxx on teräksen lujuus (myötölujuuden ominaisarvo)
- D (ductility) on teräksen kokonaistasavenymää kuvaava tunnus (A, B tai C)
- F (fatigue) kuvaa teräksen täyttävän tietyt väsymiskriteerit, käytetään vain jos vaadittu
- X kuvaa korkean lämpötilan kestävyyttä, käytetään vain jos vaadittu

Esimerkiksi: B500B SFS 1300

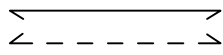
Raudoitusta koskevat tiedot kirjoitetaan joko teräkselle tai teräkselle ja sen apuviivalle seuraavasti:

- terästen lukumäärä(3)/taivutustyyppi(A)/terästangon tunnus (3)
- teräslaji (T)/halkaisija (12)
- keskiöväli (k300 tai K300)
- katkaisupituus (L1200)

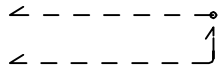
Esimerkiksi:

3A3-T12-k300-L1200

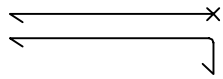
Taivutustyyppit ([taulukko BM2](#)) ja raudoitustankojen taivutussäteet ([taulukko BM1](#)) jäljempänä.



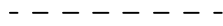
Teräs ylä- ja etupinnassa
Teräs ala- ja takapinnassa



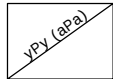
Teräs, pää taivutettu ylöspäin, kuvaussuuntaan päin



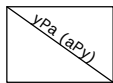
Teräs, pää taivutettu alaspäin, kuvaussuunnasta poispäin



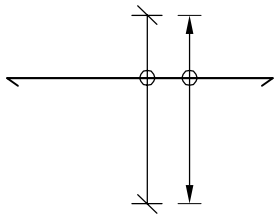
Betoniteräsverkko (ei staattisesti toimiva) leikkauspiirustuksessa, esimerkiksi VSS:n sirpaleverkko



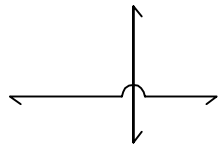
Yläpinnan ylempi (tai alapinnan alempi) betoniteräsverkko
Alapinnan verkko esitetään katkoviivalla



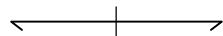
Yläpinnan alempi (tai alapinnan ylempi) betoniteräsverkko
Alapinnan verkko esitetään katkoviivalla



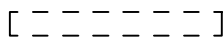
Raudoitteen jakoalue
(vaihtoehtoiset merkintätavat)



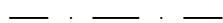
Suorana piirretty teräs on alempana tai taaempana



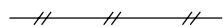
Teräkselle piirretty ohut poikkiviiva osoittaa mitoitusrajan, esimerkiksi palkin keskiön



Muototeräs (eli I-palkki, L-teräs...) betonissa (suuressa mittakaavassa)



Muototeräs betonissa (pienessä mittakaavassa)



Työsauma

2-T20-L2000

2kpl T20 harjatankoa joiden pituus on 2000 mm

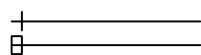
2x(2-T20/1-T16)

Nippuraudoite *
(kaksi nippua, joissa molemmissa 2kpl T20 ja 1kpl T16 harjatankoa)

K5-#200

Verkkoraudoite jossa K5 terästangot 200mm:n jaolla molempiin suuntiin

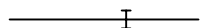
* / Jos käytät nippuraudoitetta, kirjoita nipun merkintä auki piirustuksen ohjealueelle.



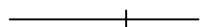
Ankkurijänteen kiinnityspää
(vaihtoehtoiset esittämistavat)



Ankkurijänteen jännitettävä pää



Ankkurijänteen liikkuva jatkos



Ankkurijänteen kiinteä jatkos



Ankkurijänne poikkileikkauspiirroksessa



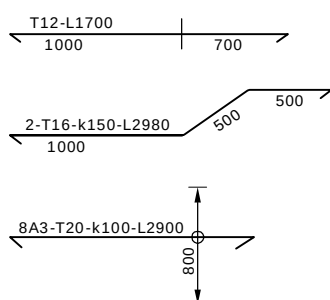
Tartuntajänne (ohut yhtenäinen viiva)



Tartuntajänne poikkileikkauspiirroksessa

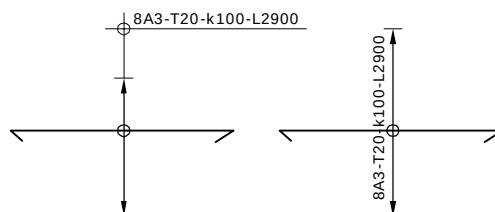
Mitoitusmerkinnät

Teräksen yläpuolelle kirjoitetaan terästangon tunnus, halkaisija ja keskiöväli.
Terästen jakoaletta osoittavalle viivalle voidaan kirjoittaa jakoalueen pituusmitta.



Vaihtoehtoisina merkintätapoina:

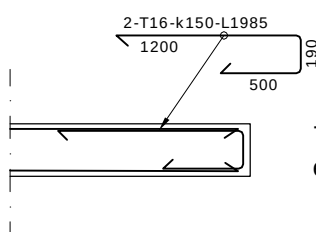
Teräksen tiedot kirjoitetaan apuviivalle joka liittyy teräkseen tai teräksen jakoalueen merkintään.
Teräksen tiedot kirjoitetaan jakoalueen viivalle tai sen välittömään läheisyyteen.



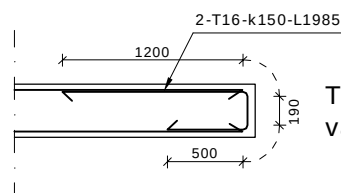
Teräksen katkaisupituus määrätään keskiviivaa pitkin mitattuna.
Katkaisupituus esitetään 10mm tarkkuudella ja pyöristys tehdään alaspäin.

- teräksen osapituudet määrätään joko teräksen kulun symbolisesti esittävän murtoviivan osapituuksina
- tai keskiviivaa pitkin mitattuina teräksen suorien ja kaarevien osien pituuksina

Teräksen osapituudet merkitään teräksen alapuolelle.

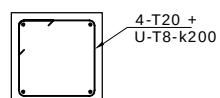
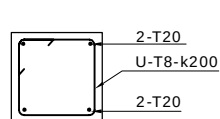
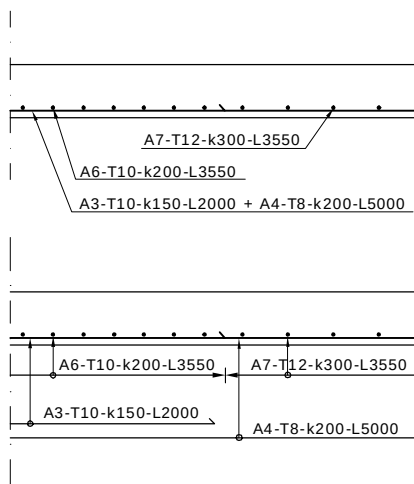


Terästen taivutusmittojen
esittäminen

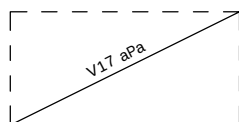


Terästen taivutusmittojen
vaihtoehtoinen esitystapa

Betoniraudoituksen merkintöjä

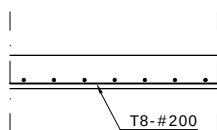


Pilarin raudoituksen
merkintätapoja



Betoniteräsverkko tasopiirroksessa

Betoniteräsverkko esitetään verkon yksilöivää
tunnusta tai valmistajan merkintää käyttäen.



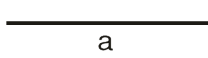
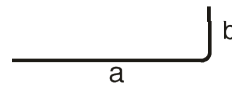
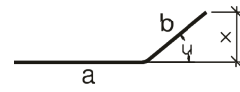
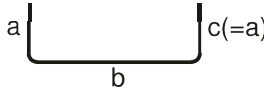
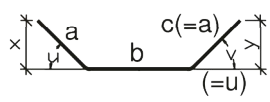
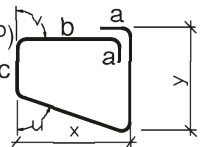
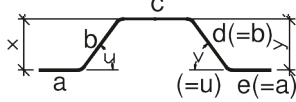
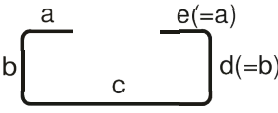
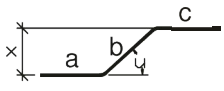
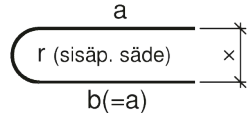
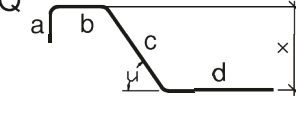
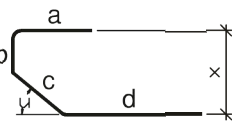
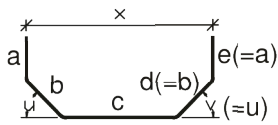
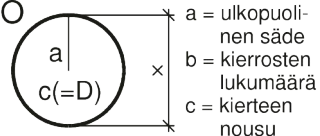
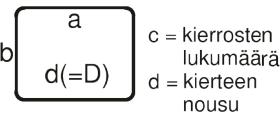
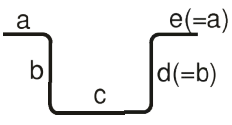
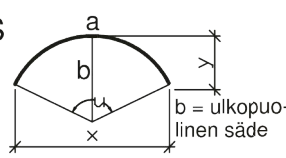
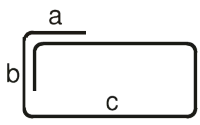
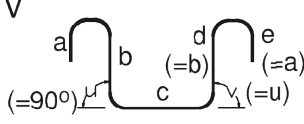
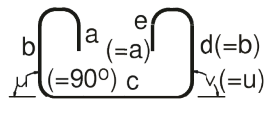
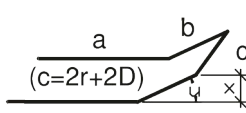
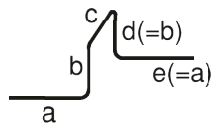
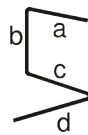
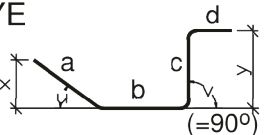
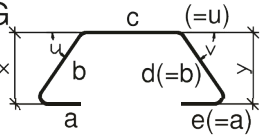
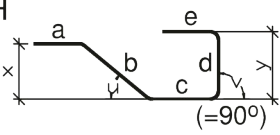
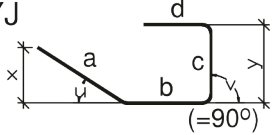
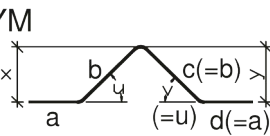
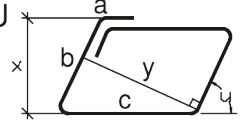
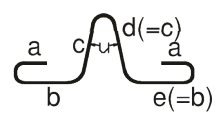
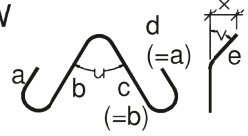
Betoniteräsverkko leikkauspiirroksessa

on verkkoraudoituksen tai betoniteräsverkon ristikkäin
asetettavien teräslankojen keskiöväli. Merkintä edellyttää
verkon molemmissa suunnissa samansuuruista
keskiöväliä.

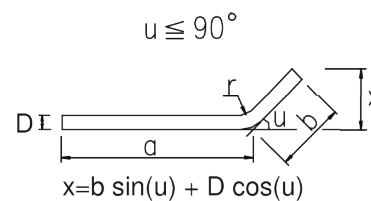
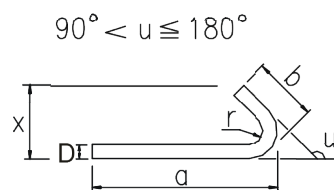
Taulukko BM1. Raudoitustankojen sisäpuoliset taivutussäteet (by50)

Teräslaatu	Haat, koukut ja lenkit	Pääraudoitus
A500HW (B500B)	2,0 Ø, kun $\text{Ø} \leq 10$ 2,5 Ø, kun $10 < \text{Ø} \leq 20$ 3,5 Ø, kun $\text{Ø} > 20$	12 Ø
A700HW	2,0 Ø, kun $\text{Ø} \leq 10$ 2,5 Ø, kun $10 < \text{Ø} \leq 20$	17 Ø
B500K	3,0 Ø, kun $\text{Ø} \leq 12$	12 Ø
B700K	4,5 Ø, kun $\text{Ø} \leq 12$	17 Ø
B600KX	3,0 Ø, kun $\text{Ø} \leq 12$	15 Ø

Taulukko BM2. Betoniterästen taivutustyyppit

A 	B 	C 	D 
E 	F (=90°) 	G 	H 
J 	K 	Q 	M 
N 	O 	P 	R 
S 	U 	V 	W 
Z 	XC 	XZ 	Y Vapaamuotoinen tanko korkeintaan 5 suoraa osaa ja 4 kulmaa: a, c, e, v, y = osan pituus; b, d, u, x = kulma
YE 	YG 	YH 	YJ 
YM 	YU 	YV 	YW 

Taivutusmitat noudattavat terästen ulkopintaa.



Taulukko BM3. Liittyvien asiakirjojen merkitsemisessä käytettävä taulukko (esimerkki)

LIITTYVÄT PIIRUSTUKSET

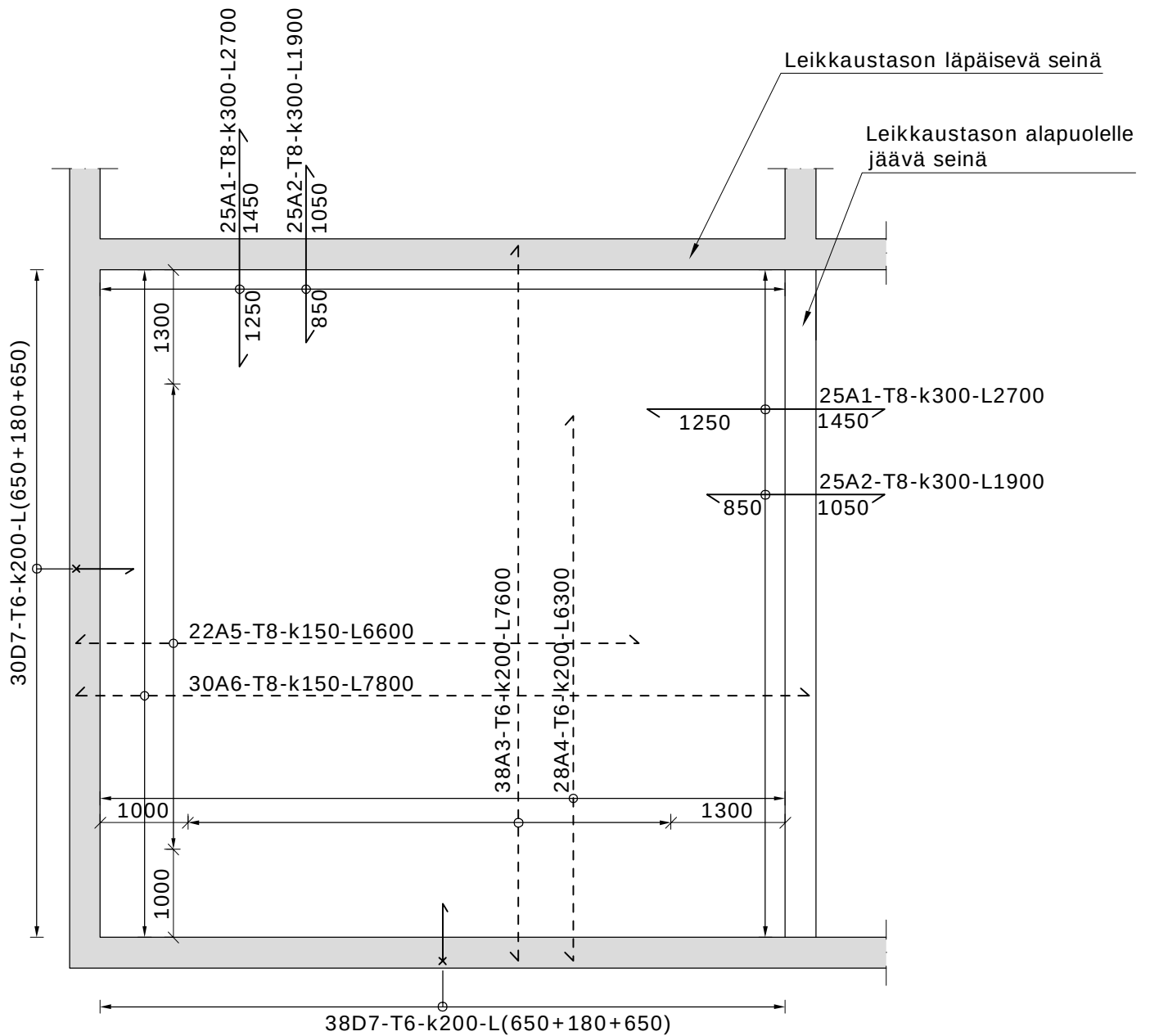
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	PIIRUSTUSNUMERO

Taulukko BM4. Raudituspiirustuksiin lisättävä leima

JATKOSPITUUDET / CONTACT SPLICE LENGHT ellei toisin mainita		TAIVUTUSSÄDE / BENDING RADIUS
T10	540mm	20 mm
T12	700mm	30 mm
T16	1050mm	40 mm
T20	1350mm	50 (HAKA) / 240 (PÄÄTERÄS)mm
T25	1750mm	88 (HAKA) / 300 (PÄÄTERÄS) mm
50% TERÄKSISTÄ SAA JATKAA SAMASSA POIKKILEIKKAUKSESSA 50% OF BARS MAY CONTINUE IN THE SAME CROSS-SECTION		

Kyseistä taulukkoa voidaan käyttää raudituspiirustuksissa ja se sijoitetaan piirustuksen ohjealueelle.

Kuva BM5. Laatan raudoitusmerkinnät irtoteräksin



Teräkset esitetään piirroksen tasoon käännettynä. Huomaa ylä- ja alapinnan terästen väkästen suunta, kun teräs on piirretty "pystyyn".

Sisällytettävät merkinnät

- laatan eri osa-alueille tuleva teräsmäärä
- taivutustyyppi
- tunnus (tarvittaessa)
- terästen laatu ja koko
- keskiövälit
- terästen pituus
- muut mittatiedot

Teräsrakenteiden merkinnät (TM)

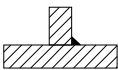
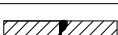
(RIL 229-1-2013)

Hitsausmerkinnät

Suunnitelmissa:

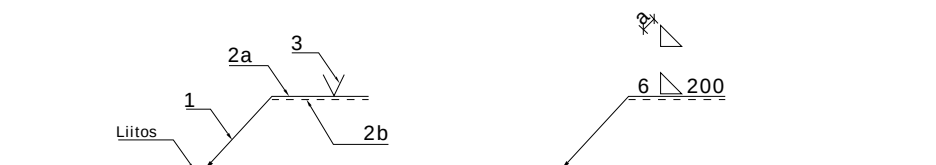
Hitsiluokka (B,C) esitetään standardin SFS-EN 1090 mukaisesti.
Hitsausmerkinnät esitetään standardin SFS-EN 22553 mukaisesti.
Railomuodot esitetään standardin SFS-EN 29692 mukaisesti.

Yleisimmät railomuodot ja merkinnät:

Pienahitsi		
I-hitsi		
V-hitsi		
Puoli V-hitsi		
V-hitsi, hitsattu osaviistettyyn puoli-V-railoon		
Puoli V-hitsi, hitsattu osaviistettyyn puoli-V-railoon		
U-hitsi		
J-hitsi		
Juurihitsi		

Hitsausmerkintä koostuu seuraavasti:

- viitenuoli (1)
- merkintäviiva (2) joka koostuu ehyestä viivasta (2a) ja katkoviivasta (2b) symmetrisillä hitseillä katkoviiva jätetään pois
- hitsimerkinnät (3)
- täydentävät merkinnät



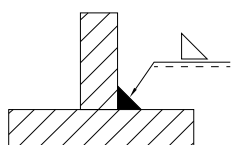
Hitsausmerkintä, a-mitta ja esimerkki pienahitsistä jonka a-mitta on 6mm ja pituus 200mm

Hitsin poikkileikkausmitat kirjoitetaan hitsausmerkin vasemmalle puolelle ja pituus oikealle puolelle. Jos hitsin pituus jätetään kirjoittamatta, on hitsi koko liitoksen pituinen.

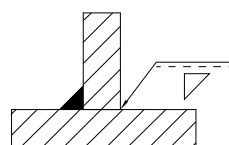
Merkintäviiva pyritään pitämään yhdensuuntaisena piirustuksen alareunan kanssa tai kohtisuoraan alareunaan nähden.

Merkinnät sijoitetaan merkintäviivaan nähden seuraavasti:

- ehyen viivan puolelle, kun hitsi on liitoksen nuolen puolella (a)
- katkoviivalla esitetyn merkintäviivan puolelle, kun hitsi on liitoksen vastapuolella (b)



a) hitsi nuolen puolella



b) hitsi nuolen vastapuolella

Hitsin perusmerkintöjä voidaan täydentää standardin SFS-EN 22553 mukaisilla lisämerkinnöillä.

Lisämerkintöjä

Tasahitsi (yleensä viimeistelty pinta)	—
Kupuhitsi	⌒
Kouruhitsi	⌒
Juoheva ylimeno hitsin ja perusaineen välillä	⌒
Kiinteän juurituen käyttö	⌒
Irrallisen juurituen käyttö	⌒
Työmaahitsi	⌒

Esimerkkejä lisämerkintöjen käyttämisestä

Tasa-V-hitsi		▽
Kupu-X-hitsi		⌒
Kourupienahitsi		⌒
Tasajuuripalollinen tasa-V-hitsi		▽
Juuripalollinen V-hitsi osaviistetyssä V-railossa		▽
Viimeistelty tasa-V-hitsi		▽
Juoheva pienahitsi		⌒

Ruuvit ja niitit

Ruuvien ja niittien paikat osoitetaan keskiviivojen avulla ja niiden paikat alla olevan taulukon ensimmäisen rivin mukaisin merkinnöin. Voidaan myös käyttää riveillä 2-5 olevia erikoismerkintöjä. Kaikkien merkintöjen yhteydessä voidaan käyttää riveillä 6-8 olevia lisämerkintöjä.

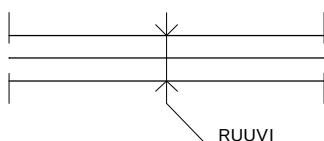
Ruuvit, niitit ja reiät esitetään oikeassa mittakaavassa yksityiskohtapiirroksissa. Ruuvi tai niitti jonka koko poikkeaa taulukossa esitetyistä, merkataan tunnuksella ja ruuvin nimellishalkaisijalla (esimerkiksi M24).

Yksinkertaisinta merkintää voidaan käyttää jos käytetään vain yhtä ruuvikokoa.

Ruuvien ja niittien paikat mitoitetaan siinä piirroksessa, missä ne esiintyvät tunnuksin.

		M10	M12	M16	M20	M22	M24	M27	
1.	Ruuvi yleensä								
2.	Raakaruuvi								Erikoismerkinnät
3.	Kitkaliitoksen ruuvi								
4.	Sovitusruuvi (sorviruuvi)								
5.	Asennusruuvi								
6.	Uppokanta								
7.	Kupu-uppokanta								Lisämerkinnät
8.	Reikä ilman liitintä								

Ruuvit voidaan esittää leikkauksessa yksinkertaistetusti:



Osaluettelossa/erillisessä ruuviluettelossa käytetään merkintää, josta ilmenee:

- ruuvin nimi
- kierrekoko x ruuvin pituus
- tarkkuusluokka
- lujuusluokka
- mittastandardin numero

Esimerkiksi M 16 x 70 mm 8.8.4014

Niiteistä on aina ilmoitettava vähintään lujuusluokka.

Puurakenteiden merkinnät (PM)

(RIL 229-1-2013)

Mitoitusmerkinnät:

Puusauvoja koskevat tiedot kirjoitetaan rakenneosan yhteyteen seuraavassa järjestyksessä:

- osasauvojen lukumäärä, milloin niitä on enemmän kuin yksi
- sauvan tai osasauvojen muodon osoittava tunnus
- sauvan koko
- sauvan pituus tarvittaessa

Pituuden kirjaintunus L kirjoitetaan pituuden mittaluvun eteen.

Liittimiä koskevat tiedot kirjoitetaan liitoksen yhteyteen seuraavassa järjestyksessä:

- liittimien lukumäärä liitosta tai tiettyä jakoaluetta kohden
- liittimien tunnus tai nimi
- liittimien koko

Puurakenteiden merkinnät:

	Naula (näkyvältä puolelta lyöty)		Hammaslevyliitos (suurella mittakaavassa)
	Naula (vastakkaiselta puolelta lyöty)		Hammaslevyliitos (pienellä mittakaavassa)
	Pulttiliitos suurella mittakaavassa		Väli- tai täytekappale
	Pulttiliitos pienellä mittakaavassa		Pyöreän puusauvan merkintä
	Suorakaiteen muotoisen puusauvan merkintä		

Pituuden merkitseminen:

2 100x50 L 5000

Suosi tätä merkintätapaa!

100x50 L5000, 2kpl

Huom!

- Voidaan käyttää joko tai
- Merkintä käytetyn puun mukaan:
- puu (sahatavara)
 - kertopuu
 - liimapuu

Liittimien merkitseminen:

(6+6) n 125x42

PULTTI M16
AL 6-65X65

HAMMASLEVY xxx
PULTTI M16
AL 6-65X65

Yleiset piirustusohjeet

- HUOM!** Ohjeet koskevat piirustuksia yleensä, kuvakohtaiset säännöt määritelty tarkemmin rakennetyyppikohtaisissa ohjeissa.
- Yleistä:** AutoCAD-piirtämisessä käytetään Rambollin omia piirustusohjeita (esimerkiksi *Ramboll_RAK_Yleinen.dwg*, joka löytyy ja jonka voi ladata polusta "Dokumentit > ACAD > Template ").
Kaikkiin piirustuksiin lisätään Rambollin nimiö.

(ohjeen pohjana RIL 229-1-2013)

Sisällysluettelo

Viivat	6
Viivatyytit	6
Viivanpaksuudet	7
Tekstit	7
Tekstin korkeus	7
Tekstin suunta	7
Mitat	7
Pituusmitta	8
Kulmamitta	8
Säde- ja halkaisijamitta	8
Korkeusmerkinnät	8
Piirustuksen sisällön ryhmittely	9
Tapa1	9
Tapa2	9
Tapa2	10
Kuvaussuunnat	10
Rakennepiirustusten esitystapaohjeet	11
Detaljit ja tunnuksat	11
Mitoitus	11
Rakenne ja kuormitus	11

Viivat

Viivatyytit

1. Ehyt viiva

- näkyvän pinnan ääriiivat, eri osien rajaviivat ja taitteet
- leikkauspinnan ääriiivat ja eri osien rajaviivat
- mittaviivat ja mitta-apuviivat



2. Paksu ehyt viiva

- olemassa olevan rakenteen korostusviivat



3. Katkoviiva

- näkyvän pinnan takana olevat pinnat ja taitteet



4. Pistekatkoviiva lyhyin viivaosin

- leikkaustason etu- ja yläpuolella olevat pinnat



5. Pistekatkoviiva pitkin viivaosin

- keskiviivat, symmetria-akselit ja tasot
- kuvauksen rajausviivat



6. Kaksoispistekatkoviiva

- moduulilinjat
- leikkauksen paikantavat viivat



7. Kolmoispistekatkoviiva

- palo-osastointi



8. Pisteviiva

- Purettavien rakennusosien ääriiivat



Huom!

AutoCADissa viivatyyppiä valitaan aina se vaihtoehto jossa viivatyytin nimen perässä on numero kaksi. Kakkostyytin pisteviivassa, pistekatkoviivassa jne. on käytetty pisteen sijasta pientä viivanpätkää. Varsinkin ohuissa viivoissa saattaa tulla tulkintavirheitä, sillä piste esiintyy siinä todella pienenä. Kakkostyyppi myös yhtenäistää Teklan ja AutoCADin viivaesityksiä.

Esimerkiksi kaksoispistekatkoviivaksi valitaan 2PK2. Jos kakkostyytin viivoja ei löydy valikosta, ne saa ladattua "Load" -painikkeen takaa.

Viivanpaksuudet (Rambollin oman väri-viivanpaksuustaulukko löytyy [täältä](#))

Yleisimmin käytetään kolmea pääviivanpaksuutta, mutta joissain tilanteissa voidaan käyttää tehosteina myös ohuempia tai paksumpia viivoja.

1. <u>hyvin ohut viiva</u>	0,13 mm	hatchit, ohuet apuviivat
2. <u>ohut viiva</u>	0,18/0,25 mm	mitta- ja apuviivat, ainemerkinnät yleensä, tekstit, toisarvoiset viivat
3. <u>keskipaksu viiva</u>	0,35 mm	kaikki ääri viivat
4. <u>paksu viiva</u>	0,50 mm	korostettuna esitettävät viivat

Huom!

Palo-osastointi merkitään aina kolmoispistekatkoviivalla jonka paksuus on 1,00 mm.

Tekstit

Tekstin korkeus

- Piirustuksissa pyritään käyttämään aina tekstin korkeutena 3,5 mm.
- Tekstin minimikorkeus kuitenkin 2,5 mm ja tätä voidaan käyttää, jos piirustuksen selkeys sitä vaatii
- Leikkausten ja rakenneosien numero-, kirjainmerkintöjen sekä muutosmerkinnän tekstin korkeus tulee olla 5,0 mm
- 7,0 mm korkeutta voidaan käyttää tarvittaessa, jos halutaan korostetusti esittää jokin asia

Tekstin suunta

Merkintätekstit ja mitat asetetaan aina joko vaaka tai pystysuuntaisiksi. Jos tämä ei ole mahdollista, tulee tekstin suunta miettiä luettavuuden kannalta.

Mitat

Mitoitustyyli valitaan laadittavan kuvan mittasuhteen perusteella. AutoCADin piirustus pohjassa (Ramboll_RAK_Yleinen.dwg) on valmiiksi ladattuna mitoitustyyli 1:5, 1:10, 1:20, 1:50, 1:100 ja 1:200 piirustuksille. Mittalukujen korkeutena käytetään 2,5 mm – 3,5 mm.

- Mitoitusmerkinnät sijoitetaan rakenteen tai sen osalta kannalta oleelliseen ja tarkoituksenmukaiseen paikkaan
- Merkintöjä laatiessa on pyrittävä välttämään niiden esittämistä rakenteen päällä
- Mitat sidotaan aina mahdollisuuksien mukaan modulilinjoihin, esitettyihin keskilinjoihin tai kantaviin rakenteisiin
- Piirustuksissa tulee aina esittää todelliset mitat!

Pituusmitta

- Rakennepiirustuksissa mitoitus suoritetaan jonomitoituksella ja
- teräsrakenteiden tuotantokuvissa perusviivamitoituksella.

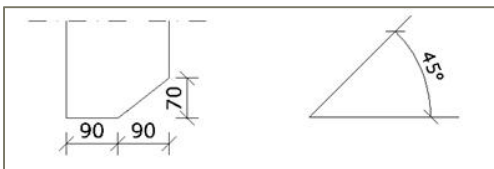


Näistä määräyksistä voi poiketa jos niin on erikseen vaadittu.

Pituusmitta kirjoitetaan mittaviivan päälle tai sen jatkeelle. Mittaviiva esitetään mitoitetun linjan kanssa yhdensuuntaisena. Suora mittaviiva tulee esittää mittalinjan kanssa saman pituisena.

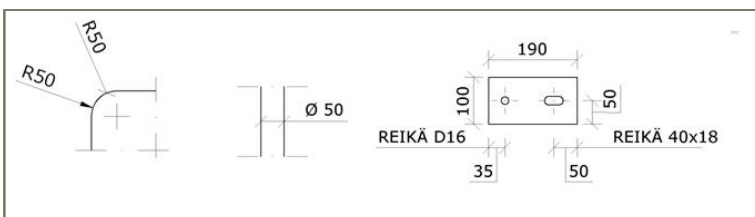
Kulmamitta

- Kulman suuruus ilmoitetaan mittakaaren yhteyteen kirjoitetun mitan avulla.
- Viistetty kulma mitoitetaan vaaka- ja pystysuunnassa



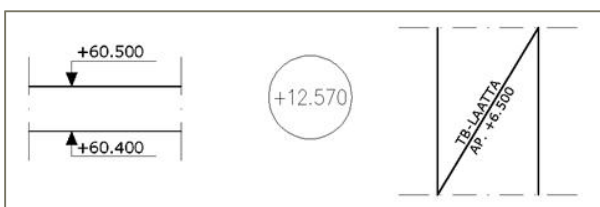
Säde- ja halkaisijamitta

- Sädemitta varustetaan R- tai r-kirjaimella
- Halkaisijamitta varustetaan D- tai $\varnothing$ -merkillä



Korkeusmerkinnät

- Tasopiirustuksessa korkomerkintä sijoitetaan ympyrän sisälle.
- Jos korkeusasema tarkoittaa vain tiettyä kohtaa tasossa, merkintä viedään kohteen lähelle ja mittaluvun tarkoittama kohta paikannetaan viiteviivan avulla.
- Korkomerkinnän eteen täytyy kirjoittaa minkä pinnan korkeutta se tarkoittaa, esimerkiksi YP. +9.000.
- Korkeusasema voidaan myös ilmoittaa alueen yli piirretylle apuviivalle.

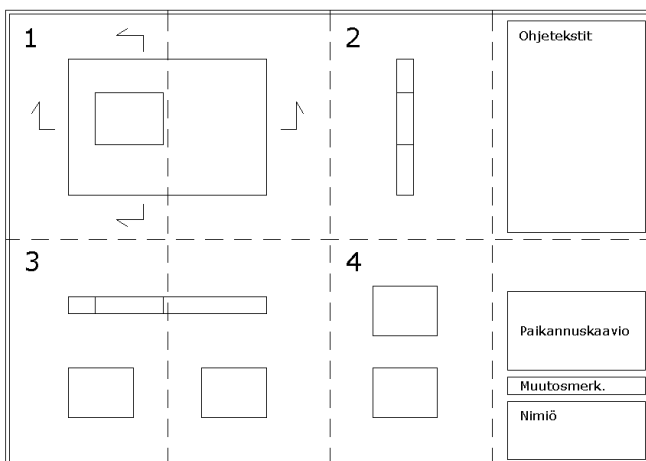


Piirustuksen sisällön ryhmittely

Yleisesti piirustusten laadinnassa noudatetaan seuraavia ryhmittelytapoja. Ensisijaisesti käytössä Tapa1, mutta jos ohjetekstit eivät mahdu nimiösivun päälle, käytetään jälkimmäistä tapaa. Piirustuksen ollessa yhden A4 korkuinen ohjetekstit sijoitetaan nimiösivun yläreunaan (Tapa3).

- Ohjetekstipalstan leveys ei saa ylittää nimiön leveyttä
- Leikkaukset otettava ainoastaan yhdestä kuvasta, vältetään ns. leikkauksen leikkauksia
- Leikkausten kuvaussuunnan tulee olla yksiselitteinen (kaikki pysty- tai vaakaleikkaukset oltava yhdensuuntaisia)
- Kuvat sijoitettava niin, että piirustusta luetaan vasemmasta yläurkasta kohti nimiötä

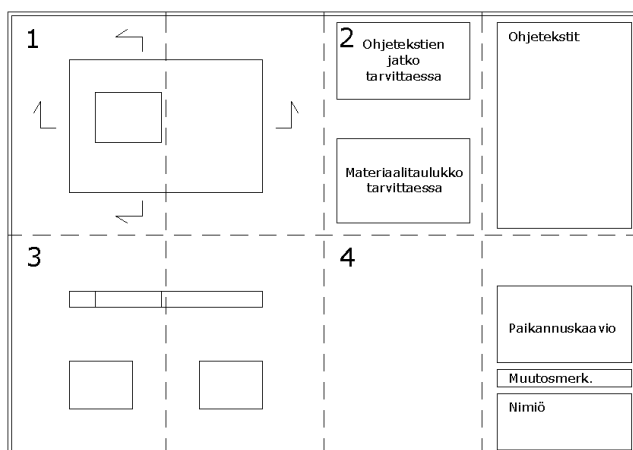
Tapa1



Sisältö:

1. Tasokuva
2. Täydentävät kuvat (leikkaukset ja detaljit)
3. Täydentävät kuvat (leikkaukset ja detaljit)
4. Täydentävät kuvat (leikkaukset ja detaljit)

Tapa 2



Sisältö:

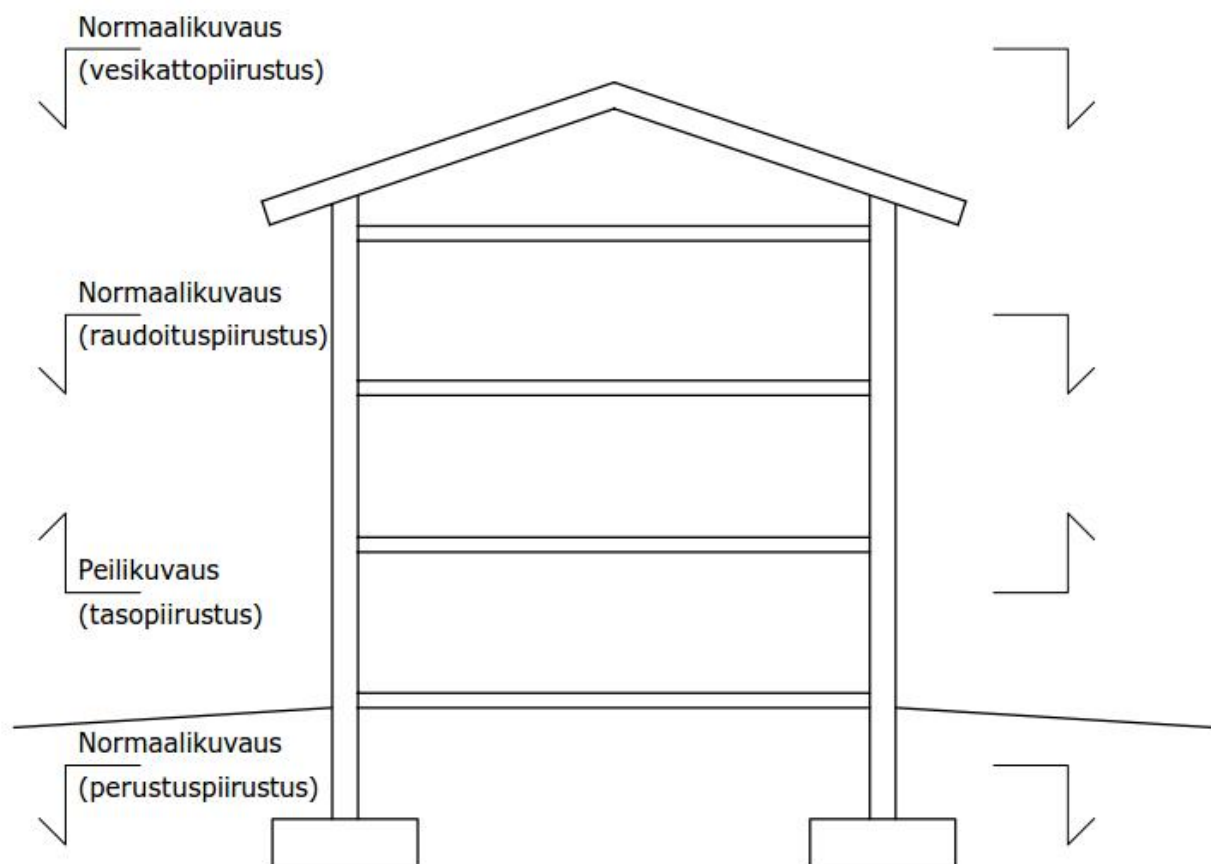
1. Tasokuva
2. Täydentävät tekstit (luettelot ja ohjeet)
3. Täydentävät kuvat (leikkaukset ja detaljit)
4. Täydentävät kuvat (leikkaukset ja detaljit)

Tapa3

1	2	3	Ohjetekstit
			Paikannuskaavio
			Muutosmerk.
			Nimiö

1. Tasokuva
2. Täydentävät kuvat (leikkaukset ja detaljit)
3. Täydentävät kuvat (leikkaukset ja detaljit)

Kuvaussuunnat



Piirustusten esitystapa yleensä

Detaljit ja tunnukset

- Tasopiirustukseen merkityn rakennusosatunnuksen tai merkintänuolen suunta vastaa ensimmäisen sivupiirroksen kuvaussuuntaa rakennusosapiirustuksessa
- Tunnusta ei merkitä ylösalaisin lukusuuntaan nähden, vaan tällöin käytetään nuolimerkintää (erityistapauksena elementtikaaviot, joissa tunnus voi olla tarkoituksenmukaisesti väärinpäin)
- Leikkausmerkintä esitetään katsomissuunnan osoittavalla nuolella ja leikkaustunnuksella
- Yleistasosta poikkeava rakennusosan korkeusasema merkitään ko. rakennusosan välittömään läheisyyteen
- Detaljin tai leikkauksen pätevyysalue voidaan osoittaa merkintään kiinnitetyn mittalinjan avulla
- Detalji osoitetaan ympyrällä tai viiteviivalla, johon liitetään detaljin tunnus

Mitoitus

- Mittaviivat asetetaan rakennuksen tai rakenteen ulkopuolelle
- Mittaviivojen tulee sulkeutua ja ne on sidottava moduulilinjaan
- Moduulit merkitään jonomitoituksella
- Rakenneosien sijainti sidotaan moduulilinjoihin jos sijainti ei ole keskeinen
- Kantavat rakenteet mitoitetaan yleensä vaakasunnassa keskiömitoituksella paikalleen (reunamitoitusta käytetään kun halutaan korostaa rakenteen tai reunan asemaa)
- Kantavissa rakenteissa olevien reikien ja aukkojen asema määrätään moduulilinjaan sidotulla reunamitoituksella (keskiömitoitus on myös mahdollinen, jos tilanteen selkeys sitä vaatii)
- Mittapiirroksessa esitettävien, pystyrakenteissa olevien aukkojen ja reikien mitat ja asema esitetään varauspiirustuksesta annettavien ohjeiden mukaisesti
- Kantavien rakenteiden korkeusasemat merkitään mittapiirrokseseen tai/ja leikkauspiirrokseseen (korkeuslukemia voidaan täydentää tarvittaessa teksteillä tai lyhenteillä)

Rakenne ja kuormitus

- Pistekuormat merkitään nuolella
- Viivakuormat katkoviivalla
- Tasokuorma merkitään alueenhalkaisevalla yhtenäisellä viivalla, kuorman suuruus merkitään vaikutuspisteeseen tai –viivalle
- Esitetään kuormien ominaisarvot
- Tarkepisteet numeroidaan ja osoitetaan nuolimerkinnällä, pisteiden koordinaatisto pitää mainita piirustuksessa
- Laattojen paksuudet esitetään mittaluvulla, joka kirjoitetaan laatan tai samanpaksuisten laattojen yli vedetyn viivan päälle, tai taulukoituna

Paikallavalurakenne (PV)

HUOM! Toteutusluokan 3 (vanha 1-luokka) rakenteiden piirustuksissa esitetään myös raudoituksen tuenta ja siihen liittyvä työraudoitus

Yleistä: Terästen viivaleveytenä piirustuksissa käytetään 0,5 (tasot AutoCADissa: R3RAUD-3, R3RAUD-YP, R3RAUD-AP)

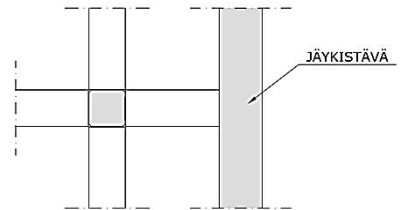
Katso: [Betonirakenteiden erikoismerkinnät \(PV\)](#) Esimerkki piirustukset

(ohjeen pohjana RIL 229-1-2013)

PV1 Tasopiirustukset

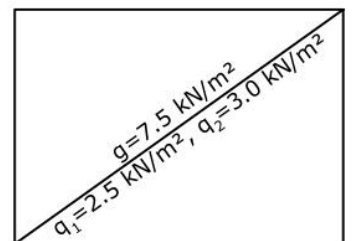
Mittapiirustus

- Piirroksessa esitetään kerroksen katto ja sitä kantavat alapuoliset pystyrakenteet [peilikuvauksena](#) (alhaalta ylöspäin kuvattuna)
- Rakenteen mitat (poislukien keskiömitat) sidotaan rakenteen raakapintaan
- Leikatut rakenteet rasteroidaan



Piirustuksen sisältö:

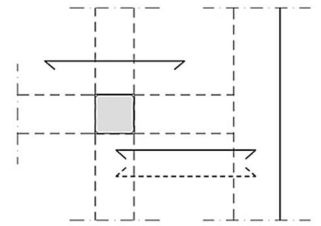
- Moduulilinjat ja päämitat niihin sidottuina
- Rakennusosien mitat ja sijainti moduulilinjoihin sidottuina
- Leikkaus- ja detaljimerkinnät
- Liikunta- ja työsaumat
- Kantavat pysty- ja vaakarakenteet ja rakennusosien tunnuks
- Jäykistävät rakenteet (harkitse tulevaisuuden varalta, onko rakenne merkittävä erikseen jäykistäväksi)
- Ei-kantavat betonirakenteet
- Piste-, viiva- ja vaakakuormat sekä perusarvoista poikkeavat tasokuormat
- Yleismaininnasta poikkeavat laattapaksuudet ja alapinnan korkeusasemat toleransseineen sekä pintabetonin paksuus
- Yleismaininnasta poikkeavat tason rakennetyypit, palkkien korkeusasemat ja palonkestoalueet
- Laattojen kantavuuden kannalta merkitykselliset aukot (reiän halkaisija > laatan paksuus)
- Tarkepisteet



- Teräsosat ja tartunnat (ellei erillistä tartuntapiirustusta laadita)
- Valu- ja asennussaumat tarvittaessa

Raudoituspiirustus

- Laaditaan mittapiirustusta vastaavalle pohjalle, siten että rakenne katsotaan yläpuolelta (= normaalikuvaus)
- Leikatut rakenteet rasteroidaan
- Piirustuksessa esitetään mittapiirroksessa kuvattujen laattojen **raudoitus irtoteräksin** tai verkoilla
- Yläpinnan teräs merkitään ehyellä viivalla ja alapinnan katkoviivalla
- Teräkset esitetään piirroksen tasoon käännettynä ja teräksen ja taivutuskohtien asema mitoitetaan yksityiskohtaisesti
- Mitoitus sidotaan laattaa kantaviin rakenteisiin (pilarit, seinät, palkit)



Raudoituspiirustuksen ohjealueelle voi lisätä "leiman" (kts. [Taulukko BM4](#)) josta ilmenevät jatkospituudet ja taivutussäteet.

Piirustuksen sisältö:

- Raudoitukset ja/tai raudoitusmäärät projektikohtaisesti sovitulla tavalla
- Moduulilinjat ja päämitat sijoittuna niihin
- Kantavat pysty- ja vaakarakenteet (jos jäävät laatan alapuolelle niin esitetään katkoviivalla)
- Ei-kantavat betonirakenteet
- Jäykistävät rakenteet
- Raudoitukseen vaikuttavat aukot
- Liikunta- ja työsaumat
- Raudoitus- ja asennusjärjestys tarvittaessa

PV2 Rakenneosapiirustukset (palkki, seinä, pilari...)

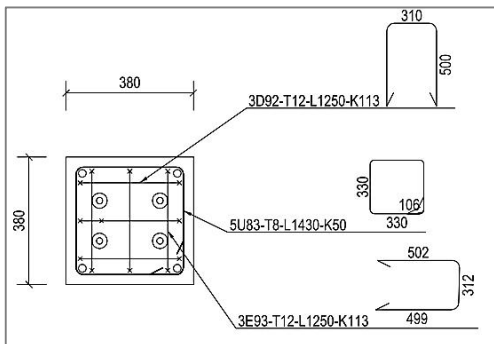
- Pääteräkset esitetään paksulla (0,5) ehyellä viivalla
- Jos haat esitetään, ne piirretään ohuella (0,25) ehyellä viivalla tai katkoviivalla, leikkauspiirustuksissa haat esitetään ehyellä viivalla
- Hakojen mitat esitetään poikkileikkauspiirroksessa
- Teräkset esitetään oikeita kaarevuussäteitä käyttäen
- Terästen mitat ja tukilinjaan sidottu terästen asema tulee ilmetä piirustuksessa
- Teräksiä koskevat tiedot merkitään piirustukseen

Lisäksi tulee esittää rakenneosaan tulevat tartunta- ja kiinnitysteräkset, reiät, syvennykset ja urat tarvittavin mitoin, ellei niitä ei ole esitetty muissa suunnitelmissa yksityiskohtaisesti. Tällöin liittyvät asiakirjat on mainittava.

Esimerkki liittyvien asiakirjojen maininnasta, kts. [Taulukko BM3](#).

Palkki- ja palkkipiirustus

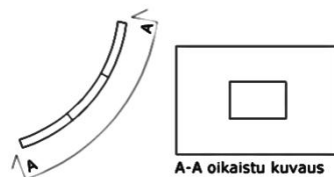
- Liittyvien palkkien teräkset esitetään katkoviivalla
- Raudoituksestaan vaativan palkin teräkset voidaan myös esittää palkkipiirroksen ylä- tai alapuolella
- Teräksen mitat voidaan esittää ulosvedettyinä teräksinä tai raudoiteluettelossa
- Symmetrisesti välituella sijaitsevan teräksen aseman määrävä mittaviiva voidaan jättää pois



RAUDOITELUETTELO																				
RAUDOITTEET		TY	NRO	LKM	LAATU	D [mm]	L [mm]	dL [mm]	PAINO YHT [kg]	TAIVUTUSMITAT [mm]										KOMMENTIT
										a	b	c	d	e	u	v	x	TD		
D	P33	2	B500B		10	2310		2.9	934	496	934							40		
D	P34	2	B500B		10	2210		2.7	934	396	934							40		
U	P81	81	B500B		8	1950		62.6	106	510	410	510	410					32		
U	P82	18	B500B		8	2550		18.2	106	810	410	810	410					32		
A	P125	8	B500B		25	13380		412.1	13380	0										
A	P126	4	B500B		25	13200		203.4	13200	0										
U	P130	3	B500B		8	1570		1.9	106	510	220	510	220					32		
D	P133	2	B500B		25	3010		23.2	1486	142	1486							76		
XA	P142	6	B500B		12	2010		10.7	200	711	310	711	200					60		
XA	P149	6	B500B		12	2050		10.9	200	730	310	730	200					60		
YJ	P150	30	B500B		12	1850		49.3	600	238	780	300		45				60		
D	P153	4	A500HW		10	1350		3.4	606	192	606							40		
D	P154	4	B500B		10	1340		3.3	500	390	500							40		
D	P157	4	B500B		10	1440		3.6	500	490	500							40		
U	P160	13	B600KX		11	2040		19.8	156	520	420	520	420					66		
Y	P162	10	B600KX		9	2000		10.0	0	0										
RAUDOITTEIDEN KOKONAISPAINO [kg]:																			837.9	

Seinä- / pilaripiirustus

- Seinä/pilari suositellaan esitettäväksi aina kokonaisuutena
- Kaareva seinä esitetään oikaistuna (ks. kuva)
- Seinän terästen mitoitus ja aseman määräys teräsbetoni-laattaa tai -palkkia koskevia ohjeita soveltaen
- Todella selvissä ja yksinkertaisissa kohteissa seinien ja pilarien mitta-, rauditus-, ym. tiedot voidaan esittää mittapiirustuksessa ja mittapiirustusta on tarvittaessa täydennettävä leikkauspiirroksilla



Muut rakenneosapiirustukset

- Laaditaan soveltaen edellämainittuja ohjeita

Rakenneosapiirustuksien sisältö:

- Mittapiirros rakenneosasta
- Liittyvät kantavat pysty- ja vaakarakenteet
- Raudoitukseen vaikuttavat aukot
- Rauditusdetaljimerkinnät
- Selventävät leikkaukset tarvittaessa
- Raudoitteiden ja tankojen koko sekä lukumäärä yksiselitteisesti
- Rauditus ja sen asennusjärjestys tarvittaessa



PV3 Konnarin ohjeita

Huomioi nämä asiat (palkkien, laattojen, ym.) raudoituksessa:

- Hakajako 50-kerrannainen eli k100, k150, k200 ja niin edelleen
- Alapinnan lyhyiden pääterästen tartuntapituudessa tulee huomioida raudoitusepätkäarkkuus palkin pituussuunnassa --> teräksestä noin 0,5 m pidempi kuin tarve
- Pääraudoitus pääsääntöisesti $\geq T16$, pienissä palkeissa (max. korkeus 300 mm ja leveys n. 200 mm) voidaan käyttää T10 ja T12
- Pääterästen katkaisupituudet mielellään 50 mm kerrannaisia, vähintään 10 mm
 - o Laattarakenteissa pyrittävä käyttämään vain muutamaa eri mittaa
- Haat pääsääntöisesti T8 tai T10, korkeissa ja leveissä palkeissa voidaan käyttää tarvittaessa T12. Älä käytä T6 hakaa.
 - o Käytä Eurokoodin suosittamia hakamuotoja vaikka rakenteessa ei ole vääntöä
- Jos (esim. laatan) raudoituspäirustuksesta tulee vaikealukuinen, mieti tulisiko ala- ja yläpinnan teräkset esittää eri päirustuksissa
 - o Yläpinnan raudoituspäirustus
 - o Alapinnan raudoituspäirustus
- Jos palkin raudoituspäirustuksesta tulee vaikealukuinen, hyödynnä terästen esityksissä ulosvetoja ja positiomerkitöjä luettelointeen

Esimerkkipiirustukset

REV 1.1 Esimerkkipiirustukset.pdf

Paikallavalurakenne	2
(PV) VSS	2
(PV) Palkin raudoitus	3
(PV) Katon mittapiirustus.....	5
(PV) Katon raudoituspiirustus	6
(PV) Perustusten mittapiirustus	7
(PV) Anturoiden raudoitus.....	8
Betonielementtirakenne	25
(BE) Tasopiirustus	25
(BE) Julkisivukaavio	26
(BE) Yleisleikkaukset	27
(BE) Ontelolaattakaavio.....	28
(BE) Saumateräskaavio	29
(BE) JK-elementti	30
(BE) SK-elementti	31
(BE) P-elementti	35
Teräsrunkorakenne	36
(TR) Asennuspiirustus (linja)	36
(TR) Kokoonpanopiirustuksia (palkit)	37
(TR) Osapiirustukset (levyt ja profiili)	43
Puurunkorakenne.....	46
(PR) NR-ristikkokaavio	46
(PR) VK-jäykistävät rakenteet	47
Varauspiirustukset	48
(VP) Reikäpiirustus, katto	48