



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

JÄLKIJÄNNITETTÄVIEN- JA TERÄSBETONI- HOLVIEN RAUDOITUSTEKNIKOIDEN VER- TAILUA

Antti Pulliainen

Opinnäytetyö
Tammikuu 2018
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Tuotantotekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Tuotantotekniikka

PULLIAINEN ANTTI:

Jälkijännitettävien- ja teräsbetonirakenteiden työtekniikoiden vertailu

Opinnäytetyö 51 sivua, joista liitteitä 21 sivua
Tammikuu 2018

Tämän opinnäytetyön aiheena oli jälkijännitettävien- ja teräsbetoni rakenteiden työtekniikoiden vertailu. Työssä on käytetty tietoja, joita olen kerännyt Helsinki-Vantaan lentoaseman terminaalin laajennustyömaalla sekä aiheeseen liittyvän kirjallisuuden avulla.

Jälkijännitettyjen rakenteiden käyttö on yleistynyt Suomessa, sillä kauppakeskusten sekä parkkihallien vaatimat laajat ja avoimet alueet vaativat suuria jännevälejä. Jälkijännitysmenetelmää käytetään myös silloissa, jotka vaativat siten pitkiä jännevälejä. Jälkijännitysmenetelmä on todettu hyväksi, sillä rakenteista saadaan hoikempia. Rakenteen betoniteräsmäärät vähenevät jännitetyissä rakenteissa, mutta ne korvataan jännepunoksilla, jonka vuoksi suhteellinen teräsmäärä on lähestulkoon sama verrattuna teräsbetonirakenteisiin.

Työssä käydään läpi jälkijännitetyjä ja esijännitetyjä rakenteita sekä pyritään havainnollistamaan näiden rakenteiden toimintaperiaatteita, jännitystyön suoritusta sekä detajliikkaa.

Työn ensisijaisena tarkoituksena oli tutkia jälkijännitettyjen- ja teräsbetoni rakenteiden raudoitusteknisiä eroja sekä mahdollisuutta ankkureiden halkaisuraudoitteiden yksinkertaistamiseksi. Jännitetyissä rakenteissa esiintyy menetelmäkohtaisia lisäraudoitteita, mutta betoniterästen raudoitustyössä työtekniisiä eroja ei rakenteissa juurikaan ole. Suurin ero näiden rakenteiden työtekniikoissa on jännepunosten asentaminen sekä jännittäminen, mikä vaatii erityisosaamista niin työnjohdolta kuin asentajiltakin. Lisäksi jälkijännitetyn rakenteen betoniterästen sekä jännepunosten työsuoritusten yhteen sovittaminen vaatii ammattitaitoa.

Jännepunosten ankkureiden eteen asennettavat halkaisuraudoitukset voivat joskus olla hieman hankalia asentaa suuren betoniteräs- ja ankkurimäärän takia. Usein halkaisuraudoitteena käytetään umpihakoja, joita voi olla mahdoton asentaa ahtaisiin tiloihin. Työn liitteissä on esitettyä mahdollisia halkaisuraudoitusmalleja, jotka voivat helpottaa betoniterästen asentajien työtä.

Asiasanat: jälkijännitetty rakenne, betoniteräs, työtekniikka, halkaisuraudoitus

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Construction Engineering
Building production

Pulliainen Antti

Comparison Between Work Techniques In Constructing Post Tension And Ferroconcrete Structures

Bachelor's thesis 51 pages, appendices 21 pages
January 2018

The purpose of this thesis was to collect information on and compare the work techniques used in the construction of post tension and ferroconcrete structures. The author's personal work experience from the Helsinki-Vantaa airport terminal expansion site and literature related to the subject at hand were the main sources of information.

The use of post tensed structures has become more common in Finland, because shopping centers and parking halls require extensive and open areas, which in turn require extensive span lengths. The post tensing method is used also in bridges that demands long spans. The post tensing technique has been found to be good, because by using this technique structures will be more slim and compact.

The main subjects of this thesis are the differences between the work techniques used in the construction of post tensed and ferroconcrete structures and also potential ways to facilitate simpler scission binding of anchorages. The greatest difference between these techniques are found in the installation of deck spans and the tensioning work. These working phases require particular knowledge from both work supervisors and installers.

It would be easier to match these work phases if one installation group could do both phases.

Key words: post tensed structure, ferroconcrete, work technique, scission binding

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	JÄNNITETYT RAKENTEET	7
	2.1. Jännitetyn rakenteen toimintaperiaatteet.....	7
	2.2. Jännityshäviöt	9
	2.3. Materiaalit	9
	2.4. Esijännitetyt rakenteet.....	12
	2.5. Jälkijännitetyt rakenteet	15
3	JÄLKIJÄNNITETTYJEN HOLVIEN ERITYISPIIRTEITÄ.....	16
	3.1. Jännitystyön suoritus.....	16
	3.2. Punostyöhön liittyvät detaljit	17
	3.3. Jännityskalusto	18
	3.4. Jänneankkurit	20
	3.5. Ankkurijännemenetelmään liittyvät lisäraudoitteet	23
4	JOHTOPÄÄTÖKSET	24
	4.1. Rakenteiden työmenetelmien vertailua.....	24
	4.2. Ankkureiden halkaisuraudoitus	26
	LÄHTEET	28
	LIITTEET	29
	Liite 1. Halkaisuraudoitus mallit	29

ERITYISSANASTO

Aktiiviankkuri	Ankkuri, jonka kohdalta punos jännitetään
Ankkurijänne	Patentoitu jännemenetelmä, jonka ankkurit on muotoiltu ja raudoitettu paikallisia jännityshuippuja vastaan
Halkaisuvoima	Ankkureista aiheutuvien vetojännitysten resultantti
Halkaisuraudoite	Betoniteräs, joka vastaanottaa lohkaisujännitystä
Helix-raudoitus	Spiraalille taivutettu betoniteräs
Jännityssuunnitelma	Dokumentti, jossa esitetään yksityiskohtaisesti jännittämisjärjestys sekä jännittämistapa
Kimmomoduuli	Kappaleeseen kohdistuvan jännityksen suhde sen aikaansaamaan venymään
Liukuvalu	Betonin keskeytymätön valaminen, niin ettei kuivuvan ja tuoreen betonin välille synny rajoja
Passiiviankkuri	Aktiiviankkurin vastakkaiseen päähän suunnitelmien mukaan asennettava ankkuri, josta ei suoriteta jännitystyötä
Puristuslujuus	Kappaleen kyky vastustaa puristavaa jännitystä
Tartunnaton jänne	Voiteluaineella ja muoviputkella päällystetty jännepunos
Vaativuusluokka	Työkohteelle määritetty vaativuustaso
Vetolujuus	Materiaalin kyky vastustaa vetävää voimaa/jännitystä

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia Jälkijännitettävien- ja teräsbetoniholvien raudoitustekniikoita, jotta saisin mahdollisimman hyvän vertailun tarjottavaksi Nousujohte Raudoitus Oy:lle lisäksi tavoitteena on perehtyä jälkijännitettävien holvien toimintaperiaatteisiin, työtekniisiin ratkaisuihin sekä jälkijännitettyjen- ja teräsbetonirakenteiden eroihin sekä vertailla niiden käyttötarkoitusta paikallavaluholveihin sekä esijännitettyihin rakenteisiin. Lisäksi tutkia mahdollisuutta ankkureiden halkaisuraudoitteiden yksinkertaistamiseksi.

Opinnäytetyö toteutettiin perehtymällä kyseisen aiheen kirjallisuuteen, vertailemalla rakenteiden työtekniisiä ratkaisuja ja niiden soveltamiseksi, dokumentoimalla työmaakohteiden työvaiheita valokuvin. Lisäksi olen tutkinut selvittänyt vaihtoehtoja ankkureiden halkaisuraudoitusten asennuksien helpottamiseksi

Jälkijännitettävien holvien tarkoituksena on mahdollistaa pidempien jänneväliden käyttöä verrattuna esijännitettyihin- ja paikallavalurakenteisiin. Jälkijännitysmenetelmä on todettu hyväksi, sillä rakenteista saadaan hoikempia sekä tiiviimpiä. Rakenteen betoniteräsmäärät vähenevät jännitetyissä rakenteissa, mutta ne korvataan jännepunoksilla, jonka vuoksi suhteellinen teräsmäärä on lähestulkoon sama verrattuna teräsbetonirakenteisiin.

Tässä työssä on keskitytty punosjärjestelmään, jota käytetään yleisimmin silloissa, silloissa, parkkihalleissa, tuulivoimaloissa, liikekeskuksissa, voimalaitoksissa, toimistorakennuksissa sekä suuria lujuuksia ja kantavuuksia vaativissa lattioissa ja perustuksissa. Jälkijännityskohteen vastaavalta työnjohdolta edellytetään vaativuusluokan mukaista pätevyyttä, joka on yleensä vaativa tai poikkeuksellisen vaativa.

Työssä kerrotaan jännitettävien rakenteiden ominaisuuksista, rakenteellisista toimintaperiaatteista, statiikasta sekä jännittämisen periaatteista. Työssä myös esitellään jälkijännitettävien rakenteiden eri punostyypit. Myös esijännitetyt rakenteen sekä niiden toimintaperiaatteet käydään pääpiirteittäin läpi.

Tämän lisäksi työ on kirjoittajalle itselleen oppimisprojekti, sillä opinnäytetyötä tehdessäni olen esimerkkikohteissa saanut tutustua jälkijännitettyihin holveihin lähemmin.

2 JÄNNITETYT RAKENTEET

Jännitettävillä rakenteilla tarkoitetaan betonirakenteen vahvistamista jännittämällä rakenteen sisälle asennettuja jännepunoksia, joko etukäteen tai jälkeempään. Erityisesti jälkijännitettävien rakenteiden toteuttaminen vaatii erikoisosaamista sekä -kalustoa.

Rakenteiden jännittäminen perustuu vanhaan oivallukseen, joihin lukeutuu mm. jousipyssy, kellonjousi sekä muita jousen käyttötarkoituksia, joissa jännitysenergian avulla saadaan aikaiseksi erilaisia toimintoja.

2.1. Jännitetyn rakenteen toimintaperiaatteet

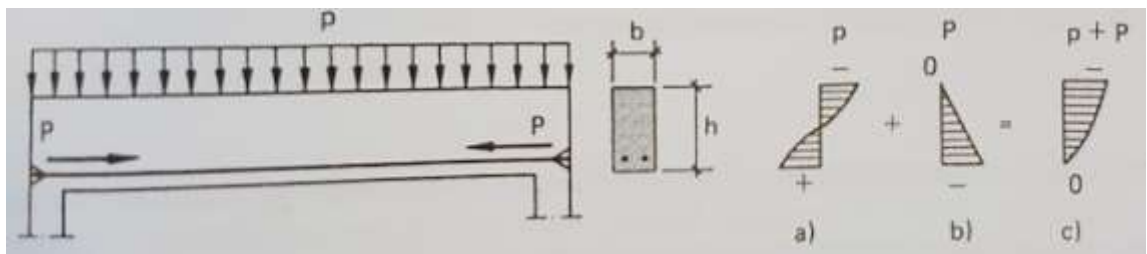
Betonin jännittämisellä tarkoitetaan betonin sisällä olevien teräsjänneiden jännittämistä, jotka puristavat betonia kasaan. Tämä saadaan aikaan venyttämällä jänneitä, jotka pyrkivät palaamaan alkuperäiseen muotoonsa. Kun jänneet ankkuroituvat betoniin, siirtyy jännitys betonin puristukseksi.

Rakenteiden jännittämisellä pyritään vahvistamaan betonirakenteita, jonka seurauksena kantavien pystyrakenteiden tarve vähenee ja rakenteen betoniteräsmäärää voidaan vähentää, mutta punokset mukaan laskettuna teräsmäärä on lähes sama. Jännitettäessä rakenteen halkeilu vähenee tai jopa estyy täysin. Halkeilun väheneminen takaa rakenteelle paremman kestävyys ja pidemmän käyttöiän.

Jännitetyt betonirakenteet ovat ominaisuuksiltaan erilaisia kuin teräsbetonirakenteet. Jännityksen ansiosta betonirakenne saadaan käyttörajatilassa yleensä pysymään halkeilemattomana, koska oikein suunnitellussa rakenteessa ulkoiset kuormat eivät saa alkujännitystilän vaikutusta muuttumaan niin paljon, että betonin vetolujuus ylittyisi. Halkeilemattomuus johtaa suurempaan taivutusjäykkyyteen ja sitä kautta pienempään taipumaan, koska koko poikkileikkaus toimii. Rakenteen dimensioita voidaan pienentää, koska poikkileikkauksen ei välttämättä tarvitse olla massiivinen. Jännitetyn rakenteen muita etuja ovat mm. korkea väsymiskestävyys ja parempi säilyvyys kuin teräsbetonirakenteilla. (Suomen betoniyhdistys 2008. 587)

Jännittämisen tarkoituksena on poistaa betonin vaatimattoman vetolujuuden aiheuttamat rajoitukset ja haitat sekä käyttää täysimääräisesti ja taloudellisesti hyväksi sen hyvä puristuslujuus. Rakenteen vedettyihin kohtiin tuotetaan jännittämällä niin suuri alkupuristus, että rakenteessa esiintyy kuormitettuna vain puristusjännityksiä tai näiden lisäksi vain alle betonin vetolujuuden jääviä vetojännityksiä.

Kuva 1 esittää yksinkertaistettuna jännittämisen periaatteen taivutetussa rakenteessa. Jos jännevoima ja betonin poikkileikkaus on sopivasti valittu, saadaan aikaan kuvan mukainen tilanne. Tasaisen kuorman jännityskuvion a ja jännevoiman jännityskuvion b summana on kuvio c, jossa palkin koko poikkileikkaus on puristettu ja jännitys alareunassa on 0. Kuvassa jänteet on sijoitettu epäkeskisesti. (Suomen betoniyhdistys 2011. 549)



Kuva 1. Jännitetyn betonirakenteen poikkileikkauksen jännitykset. P = Jännevoima, p = rakenteen paino + hyötykuorma. (Suomen betoniyhdistys 2011. 549)



Kuva 3. Jälkijännitetty holvi. (Pulliainen 2017)

Jännityksen siirtäminen teräsjärjenteiltä betoniin tapahtuu yleensä joko betonin ja teräksen välisen tartunnan, erilaisten ankkurikappaleiden tai niiden yhdistelmän avulla.

Jännitettävien rakenteiden punokset luokitellaan tartunnallisiksi tai tartunnattomiksi järjenteiksi. Tyypillisiä tartuntajännerakenteita ovat punoksilla jännitetyt laattaelementit, joita valmistetaan pitkällä alustoilla sarjana. Elementtien valmistuessa ne sahataan oikean mittaisiksi ja kokoisiksi. Katkaisukohtiin syntyy ankkurointivoimia tartunnan avulla. Matkaa, millä jännevoima on kokonaan siirtynyt betonille sen puristusvoimaksi, kutsutaan siirtymäpituudeksi. Siirtymäpituudella tartuntajännitykset syntyvät välittömästi jännevoiman siirron jälkeen. Katkaisuhetkellä punokset liukuvat enemmän tai vähemmän ja niiden päät painuvat betoniin. (Suomen betoniyhdistys 2008. 601)

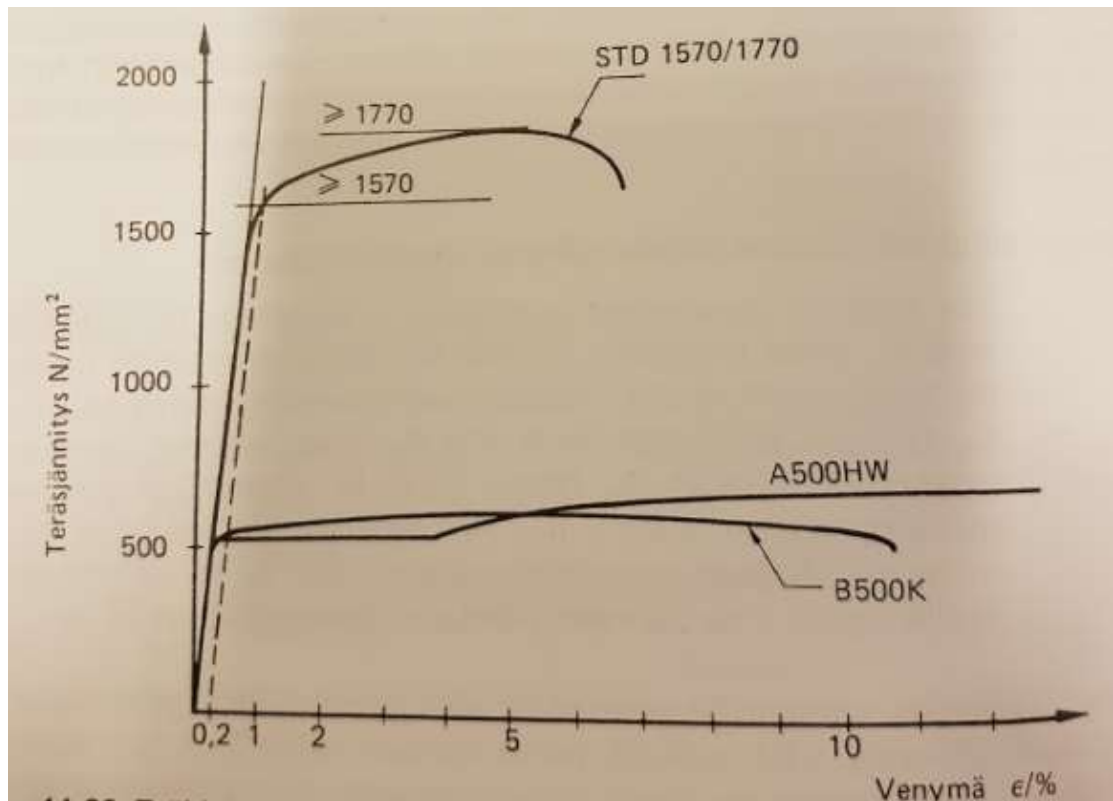
2.2. Jännityshäviöt

Jännitetyissä rakenteissa järjenteisiin tulee ajan myötä jännityshäviöitä, jotka luokitellaan lyhyt ja pitkäaikaisiin. Osa jännityshäviöistä johtuu rakenteen muodonmuutostilasta, kun taas osa betonin ominaisuuksista sekä jänneteräksen ominaisuuksista. Osa jännityshäviöistä johtuu betonin virumasta, joka on viskoosi muodonmuutos ja ajasta riippuvainen. Myös betonin kutistuminen, kimmoinen kokoon puristuminen lämpökäsittely sekä ankkurien liukuma vaikuttaa jännehäviöön. Jänneteräksen relaksaatio on osa jännityshäviötä, jolla tarkoitetaan ajan myötä tapahtuvaa jännityksen häviämistä teräksessä, joka on jännitetty tiettyyn vakiovenymään. (Suomen betoniyhdistys 2008. 611-613)

2.3. Materiaalit

Betoni määritetty toteutusluokan CC3 sekä toleranssiluokan 2 mukaan, lujuusluokka vähintään C30/37. Jänneraudoitus on erityisen herkkä suoloille, eikä betonirakenteissa voida käyttää klorideja sisältäviä lisäaineita tai merivettä betonin valmistuksessa. Betonin lujuudenkehitystä seurataan ja jännittämisen ajankohta määritetään yleensä laskelmilla mutta joskus myös rakenteiden kanssa samoissa olosuhteissa säilytettyjen koekappaleiden avulla. Lisäksi tehdään tietenkin normaalit kelpoisuus- ja laadunvalvontakokeet. Jälkihoidossa kiinnitetään erityisesti huomiota niiden haitallisten jännitysten estämiseen, joita lämpötilan epätasainen jakautuminen ja veden haihtuminen saattavat aiheuttaa. (Suomen betoniyhdistys 2011. 552)

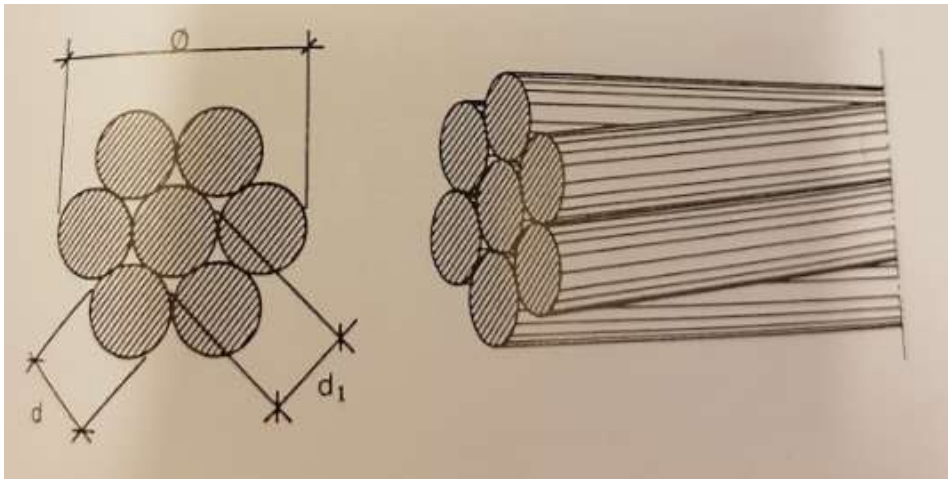
Jänneteräkseltä vaaditaan ennen kaikkea suurta lujuutta. Koska terästen kimmomoduuli on likimain vakio, saadaan korkean lujuuden omaavilla teräksillä suuret venymät. Tällöin suurempi osa raudoituksen jännityksestä on myös jäljellä betonin kutistumisen ja viruman jälkeen. Jänneteräokset ovat yleensä kylmämuokattuja tai nuorrutettuja teräksiä. Tavallisimmat lujuusluokat ovat $1570/1770 \text{ N/mm}^2$ ja $1630/1860 \text{ N/mm}^2$. Luvuista ensimmäinen osoittaa myötörajan ja jälkimmäinen murtolujuuden.



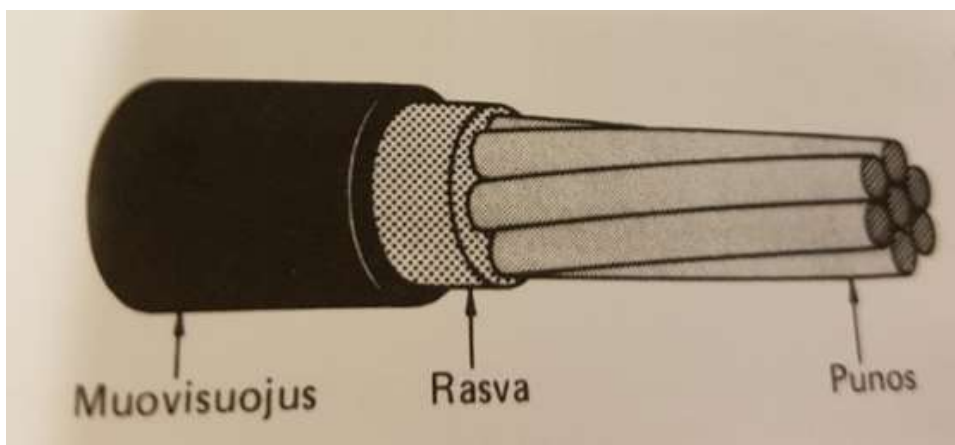
Kuva 9. Muutamien teräksien jännitys-venymäkäyriä (Suomen betoniyhdistys 2011. 552)

Tavallisimpia jänneterästuotteita ovat:

- Punokset
- Punoksista punotut vaijerit
- Harjakierretangot



Kuva 10. Seitsemilankainen punos (Suomen betoniyhdistys 2011. 553)



Kuva 11. ns. rasvapunos. (Suomen betoniyhdistys 2011. 553)

Esimerkkinä jänne terästen merkinnästä:

Y1860S7, jossa

Y – Jänneteräs

1860 – Vetolujuus (MPa)

S – Punos (C = lanka, H = Punos)

7 – Lankojen lukumäärä

Vaijerit kootaan useista punoksista ja köydet useista langoista. Tuotteet on standardoitu. Valmistaja tai maahantuojaja vastaa laadunvalvonnasta ja kullakin tuotteella on oltava käyttöseloste, josta selviää sen ominaisuudet ja käyttöön liittyvät seikat. Jänneet ovat arkoja korroosiolle, joten ne on varastoitava niin, etteivät ne pääse kostumaan. Vahingollisia aineita ovat kloridien lisäksi nitraatit, eräät hapot ja alumiini. Haitallisia ovat myös

mekaaniset vauriot ja valmistusviat, kuten lovet ja valssausviat. (Suomen betoniyhdistys 2011. 552)

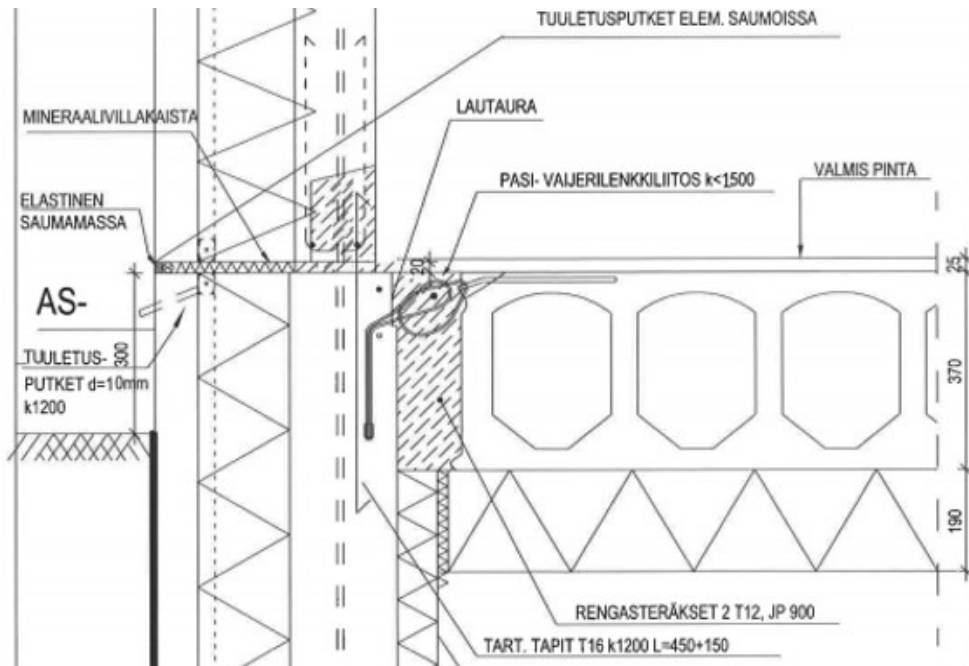
Jännitetyissä rakenteissa käytetään jänneiden lisäksi tavallisia betoniterästankoja mm. halkoina, vastaanottamaan leikkausjännitystä tai vahvistamaan aukkojen pieliä. Myös jännitettyjen elementtien kuljetuksessa ja nostossa syntyvät rasitukset vaativat usein lisäraudoitusta, joka tehdään tavallisena raudoituksena. (Suomen betoniyhdistys 2011. 555)

Massiivisissa ja paksuissa jälkijännitettävissä holveissa tavallisia betoniteräksiä käytetään myös ns. työsuojaverkkona. Työsuojaverkko asennetaan yläpinnan raudoittamattomalle alalle. Työsuojaverkko on yleensä 12 mm paksua betoniterästä (A500 HW) ja sen jako on 200mm (K 200). Työsuojaverkon tarkoituksena on varmistaa betonivalun toteuttajille turvallinen työskentelyalusta. Työsuojaverkolla yläpinnan raudoitteesta saadaan yhtenäinen, eikä odottamatonta putoamista tai itsensä betoniteräksiin vahingoittamista pääse tapahtumaan.

2.4. Esijännitetyt rakenteet

Esijännitetyt rakenteet valmistetaan elementtitehtailla. Kaikki Suomessa käytettävät esijännitetyt rakenteet ovat yksiaukkoisia. Esijännitetyillä rakenteilla on mahdollista päästä suuriin jänneväleihin. Esijännitettyjen laattojen käyttö on kuitenkin rajallista, esim. parkkihalleissa joissa laattaan kohdistuu suuret kuormitukset. Myös pilareja sekä palkkeja saadaan esijännitettynä. Pilareiden esijännittäminen on kuitenkin hieman harvinaisempaa.

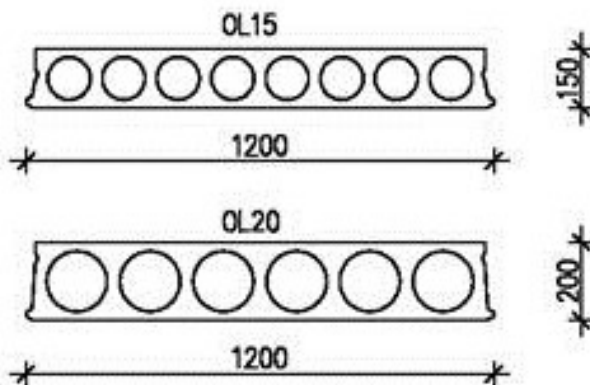
Ontelolaatta on yksi esimerkki esijännitetystä rakenteesta. Ontelolaattoja käytetään usein asuinrakennuksissa. Ontelolaattakenttiin kuten muihinkin esijännitettyihin laattakenttiin saadaan jatkuvuutta liittämällä laatat toisiinsa kevyen raudoituksen avulla. Ontelolaatta itsessään ei muodosta jatkuvaa rakennetta.



Kuva 5. Kantavanseinän liitos ontelolaattaan. (Hausia 2017)

”Ontelolaatat ovat esijännitetyjä laattaelementtejä, joita on kevennetty laatan pituussuunnassa kulkevilla onteloilla. Ontelolaattojen valmistukseen käytetään C40-C70 lujuuden omaavaa betonia. Laatat valetaan liukuvaluna pitkien teräksisten valupetien päälle. Valussa käytettävä massa on niin jäykkää, että valukoneen muotoilema ja tiivistämä laatta säilyttää alustalla muotonsa ilman erillisiä muottilaitoja.” (elementtisuunnittelu.fi 2017)

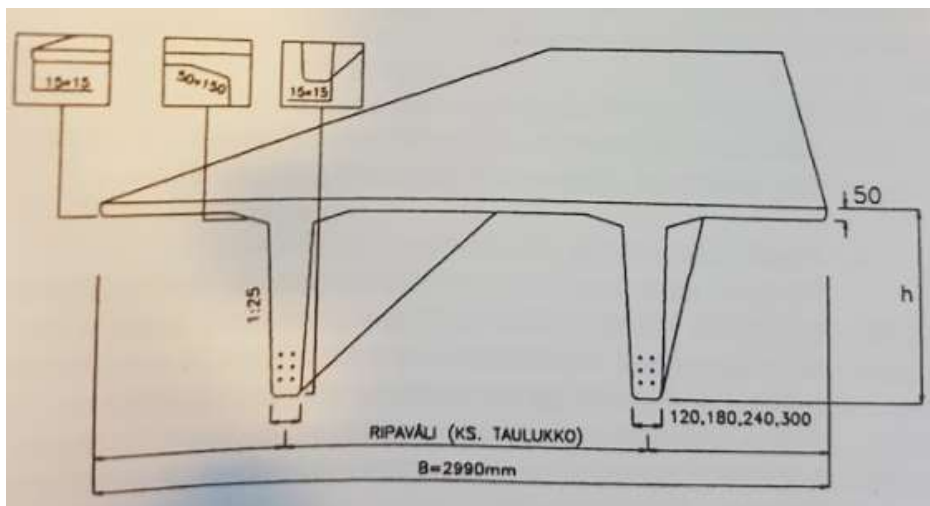
Paikalla valettuihin rakenteisiin verrattuna elementtirakenteissa pystytään hyödyntämään korkeampia betonilujuuksia ja tiukempia mittatoleransseja sekä erilaisia poikkileikkauksia. Ontelolaattoja on saatavilla useita eri paksuuksia. Rakennepaksuudet vaihtelevat 150mm – 400mm välillä.



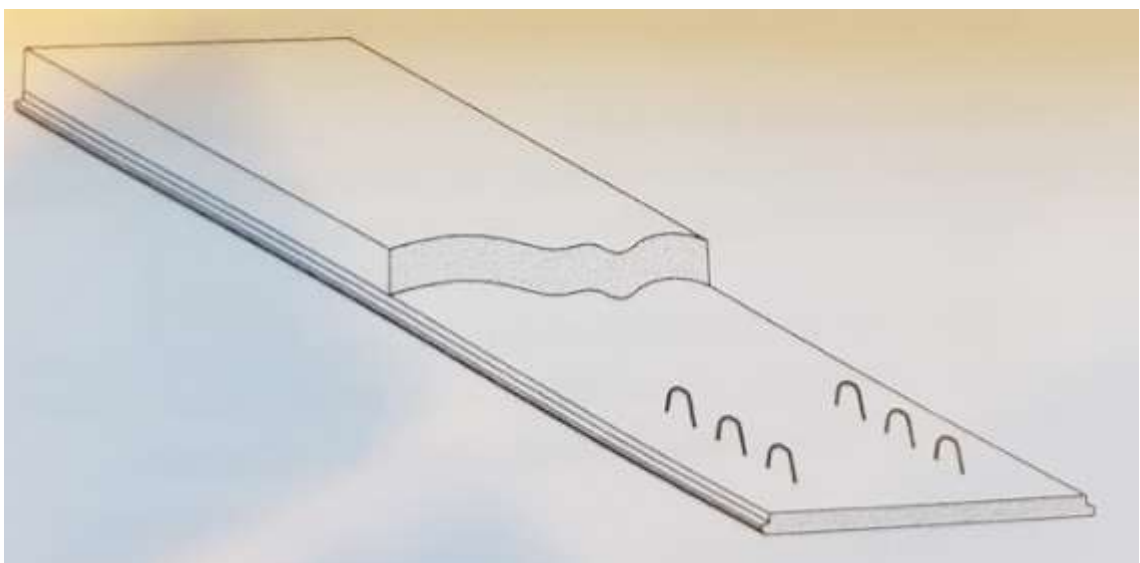
Kuva 6. Ontelolaatta. (Elementtisuunnittelu.fi 2017)

Esijännitettyihin rakenteisiin kuuluvat myös TT-laatat, kuorilaatat sekä esijännitetyt palkit. TT-laattoja käytetään kohteissa, joiden sisätiloissa vaaditaan paljon vapaata tilaa. TT-laattojen maksimijänneväli on n. 25m.

Kuorilaatat ovat ohuita esijännitettyjä laattoja, joiden päälle työmaalla valetaan pintavalu. Kuorilaatta toimii siis paikallavalumuottina ja sisältää liittorakenteen osana taivutusmomenttirauhoituksen. Kuorilaatta valmistetaan liukuvaluna, joten laatan pituus voi ylittää kymmenen metrin jänneväliin saakka. Esijännitetyt palkit ovat hyvä rakennerratkaisu, sillä niillä mahdollistetaan pitkät jännevälit, jonka lisäksi niillä saadaan aikaan avaria ja muuntojoustavia tiloja.



Kuva 7. TT-laatta. (Suomen betoniyhdistys 2008. 475)



Kuva 8. Kuorilaatta. (Suomen betoniyhdistys 2008. 479)

2.5. Jälkijännitetyt rakenteet

Ankkurijännerakenteissa voima siirtyy betoniin nimensä mukaisesti ankkurikappaleiden välittämänä. Ankkurijänteet liittyvät patentoituihin jännemenetelmiin, joiden ankkurit on muotoiltu ja raudoitettu paikallisia jännityshuippuja vastaan siten, että ankkurien alle syntyy tehokas kolmiakselinen jännitystila. Paikallinen puristus saadaan näin jakautumaan tasaisemmin ankkurista poispäin edettäessä, Patentoiduissa jännemenetelmissä myös ankkureiden väliset keskiö- ja reunaetäisyydet on tutkittu niin, että ne on hyväksyttävät. (Suomen betoniyhdistys 2008. 605)

Tartunnattomat jänteet ovat aina ankkurijänteitä, joiden suoja-putkia ei injektoida. Tartunnattomat jänteet päällystetään yleensä voiteluaineilla tai muovipäällysteillä, jännittämisestä aiheutuvan kitkan vähentämiseksi. Tästä johtuen joidenkin jänteiden vaihtaminen tai uusiminen on teoreettisesti mahdollista. Tartunnattomien jänteiden käyttö perustuu niiden korkoaseman vaihteluun, joka on gravitaatiovoimille vastakkainen. (Suomen betoniyhdistys 2008. 610)

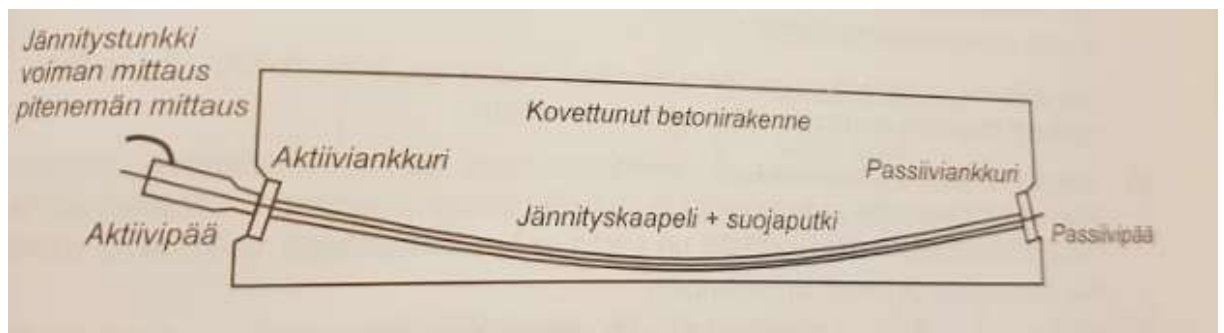
Jälkijännitetyissä rakenteissa jännepunosten korkoasemat vaihtelevat momenttipinnan mukaisesti. Kaarevalla rasvapunoksella, jonka paikka nousee kohti painopistettä tuelle tultaessa, saavutetaan rakenteen päissä tasainen puristusjännitystila, mitä tarvitaan erityisesti leikkauskestävyyden pitämiseksi mahdollisimman suurena.

3 JÄLKIJÄNNITETTYJEN HOLVIEN ERITYISPIIRTEITÄ

Jälkijännitettävien holvien suunnittelu vaatii huomattavasti enemmän teräsbetoniholveihin verrattuna. Jälkijännityskohteen vastaavalta työnjohdolta edellytetään vaativuusluokan mukaista pätevyyttä, joka on yleensä vaativa tai poikkeuksellisen vaativa. Lisäksi jännemenetelmää käytettäessä joudutaan suunnittelemaan lisäraudoitteet valulohkojen väleille, tukien kohdille sekä rakenteen reuna-alueille.

3.1. Jännitystyön suoritus

Jännitetyn rakenteen käyttäytymiseen vaikuttaa ulkoisten kuormien lisäksi myös jännittämisjärjestys, jännityshäviöiden suuruus ja jännevoimien ankkurointi. Jännityssuunnitelmassa esitetään yksityiskohtaiset tiedot jännittämisjärjestyksestä sekä jännittämistä vasta. Koska eri jännittämismenetelmissä käytetyt jänneiden varusteet ja ankkurit ovat patentoituja, ankkurien väliset etäisyydet ja jänneiden sijoitus suunnitellaan menetelmän käyttöselosteessa esitettyjen tietojen mukaisesti. Tarvittavia tietoja ovat jännityslaitteiden koko, ankkurien koko ja rakenne sekä näiden kaikkien vaatimien tilojen mitat (Suomen betoniyhdistys 2008. 682)



Kuva 12. Jälkijännittäminen. (Suomen betoniyhdistys 2008. 683)

Tuotettu jännittämisvoima mitataan tarkimmin erillisillä voima-antureilla tai jännittämistunkin käyttöpaineen avulla käyttämällä kalibroitua painemittaria, mutta on myös mahdollista mitata voimaa jänteen pitenemän avulla. Voiman mittaamiseksi on kussakin jännemenetelmässä omat tapansa, jotka ilmoitetaan käyttöselosteessa.

Jännitystöistä on aina pidettävä pöytäkirjaa, johon merkitään jänteen voima ja kimmoisen venymä jännittämisvaiheittain, lämpötilat, jänteen liukumata tai katkeamiset sekä ankkureiden liukumata tai poikkeukselliset kitkan vaikutukset.

Jännittäminen on suoritettava suunnitelmissa määrättyssä järjestyksessä, jotta sen aikana ei syntyisi haitallisia jännitystiloja. Yhden jänteen voima saa poiketa 5% ja jänteiden yhteenlaskettu voima vain 3% suunnitellusta. Jännitystyö on erittäin vaativaa, joten toteutuksen ja valvonnan on onnistuttava virheettömästi.

Asennustyön järjestys jälkijännitettävissä holveissa on keskeisessä roolissa. Alapinnan raudoitus on saatava valmiiksi ennen ensimmäisen suunnan jännepunoksia, jonka jälkeen korkopukkeja ja työteräksiä voidaan aloittaa asentamaan. Yläpinnan raudoituksesta voi kuitenkin aluksi asentaa vain samansuuntaiset teräkset jännepunoksien kanssa.

Punostyöhön liittyvät detaljit ovat esitettynä jännepunossuunnitelmissa sekä raudoitusdetaljeissa. Raudoitusdetaljeissa jännepunokset on esitetty raudoitusten helpottamiseksi sekä työvaiheiden yhteensovittamisen vuoksi.

Jännittämistöistä tehdään aina jännittämissuunnitelma, joka sisältää

- menetelmäkuvauksen
- jännittämisvoimat ja venymät
- jännittämisjärjestyksen ja jännevoiman siirtotavan
- betonin lujuusluokan ja jännittämisen aikaisen lujuusvaatimuksen
- sekä ankkurointiliukummat

(Suomen betoniyhdistys 2011. 555)

3.2. Punostyöhön liittyvät detaljit

Jännepunokset vähentävät rakenteessa tarvittavien betoniterästen määrää, mutta samalla myös detaljiikka hankaloituu, varsinkin ankkureiden alueella. Jännitetyissä holveissa myös raudoitusjärjestys korostuu entisestään, joten raudoitustyöt ja jännepunostyöt on sovitettava hyvin yhteen. Jännepunosten sijainnin ja korkoaseman on täsmäyttävä suunnitelmiin, joten työnjohdon tulee tarkastaa rasvapunoksien tai suojaputkien asennukset huolellisesti ennen työn hyväksymistä.



Kuva 13. Rasvapunokset tuella. (Pulliainen 2017)

Betoniterästen sijoittelu ja suunnittelu voi olla hankalaa, jotta kaikki saadaan mahtumaan kriittisiin kohtiin hyvin ehkäistäkseen raudoittajien sekä punosten asentajien työtekniisiä ongelmia, on suunnittelijalla oltava kokemusta kyseisestä rakenteesta.

3.3. Jännityskalusto

Menetelmässä jänteet jännitetään ja ankkuroidaan valmiina olevaan betonirakenteeseen sen jälkeen, kun se on kovettunut tarpeeksi. Jänteiden ympärillä käytetään tiivistä metalli- tai muoviputkea, niin etteivät ne tartu betoniin ja pääsevät vapaasti liikkumaan jännittämisen aikana. Putket voidaan asentaa myös tyhjänä valettavaan kappaleeseen ja jänteet sijoitetaan vasta kovettuneeseen betonirakenteeseen. Tällöin ei kuitenkaan muovista suo- japutkea voida käyttää. Mahdollista on myös käyttää rasvapunoksia, joissa punos on muovisen suo- japutken ja rasvan sisällä. Rasvapunokset asennetaan ennen valutyötä.

Jännittäminen tapahtuu tarkoitusta varten suunniteltujen hydraulikkalaitteiden avulla ja jänteiden ankkuroinnin jälkeen putket täytetään juotoslaastilla, joka kovettuttuaan toimii tartuntavoimien välittäjänä betonirakenteen ja kaapelin välillä. Juotoslaastilla on myös muita tarkoituksia, se vähentää jänteiden korroosioriskiä ja parantaa rakenteen halkeilu- kestävyyttä. (Suomen betoniyhdistys 2008. 623)

Jännitystyössä käytettävään kalustoon kuuluu nestepumppu, jännitystunkki ja näiden kahden välille sijoitettavista hydrauliletkuista.



Kuva 14. Nestepumppu (Nettimyynti.fi 2017)

Nestepumppuja ja jännitystunkkeja on paljon erilaisia. Suurissa siltarakenteissa vaaditaan suurempaa nestepumppua sekä jännitystunkkia. Nestepumppu toimii sähköllä ja sen saavuttama maksimi paine on 700 bar.

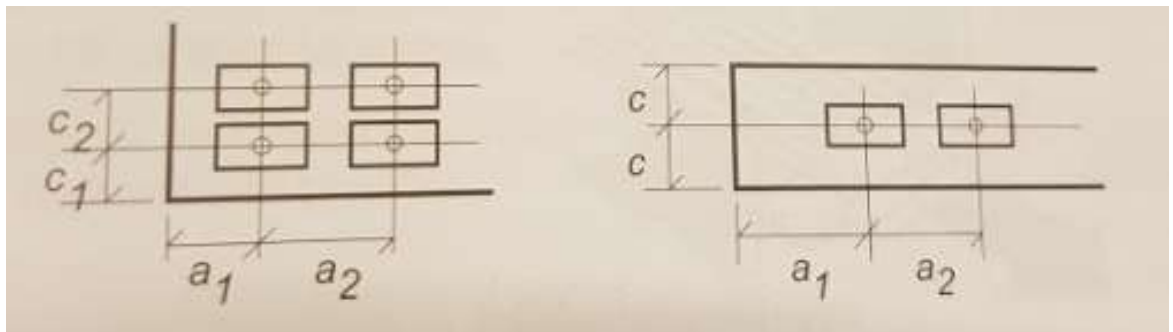


Kuva 15. Hydraulinen jännitystunkki (Nettimyynti.fi 2017)

Jännityskalustoon kuuluvat mittarit täytyy kalibroidava määräajoin ja kalibroitodistus on toimitettava työn tilaajan valvojalle.

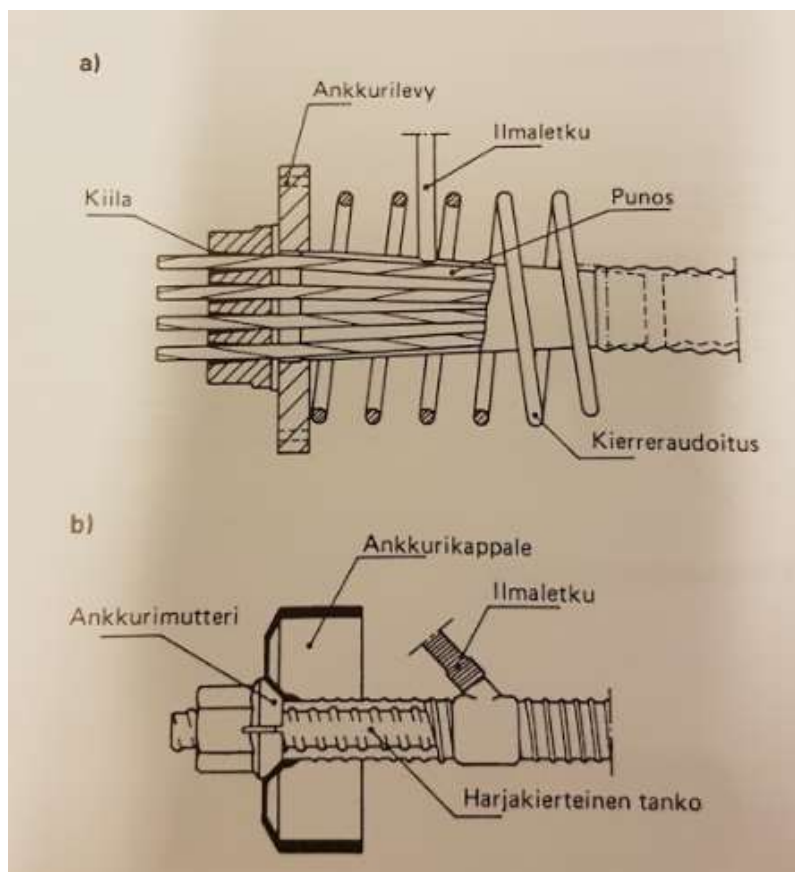
3.4. Jänneankkurit

Ankkureiden väliset vähimmäis- ja reunaetäisyydet määräytyvät ankkurikappaleiden mittojen ja niihin mahdollisesti kuuluvan raudoituksen vaatiman tilan sekä jännemenetelmän ja menetelmässä käytetyn voiman perusteella. Käyttöselosteissa esitetään kunkin ankkurityypin vaadittavat reunaetäisyydet ja keskiöetäisyydet, esimerkiksi seuraavan kuvan mukaisesti. Mitat c_2 ja a_2 ovat vaadittavia keskiöetäisyyksiä ja a_2 , c_2 ja c ovat reunaetäisyyksiä. (Suomen betoniyhdistys 2008. 684)



Kuva 16. Esimerkki ankkureihin liittyvistä mitoista. (Suomen betoniyhdistys 2008. 685)

Jänneet lukitaan ankkureilla paikoilleen jännittämisen jälkeen. Siihen jänneen päähän, josta jännitetään, sijoitetaan aktiiviankkuri. Vastakkaisessa päässä on passiiviankkuri. Jännitysankkurin lukitusmenetelmänä käytetään tavallisesti kierrettä ja mutteria sekä muita kierremekanismeja sekä kartio- ym. kiiloja. Lukituslaitteen lisäksi ankkuriin saattaa kuulua teräslevy tai muu ankkurikappale, joka siirtää ankkurivoiman betoniin. Kiinteä ankkuri saattaa olla vain silmukan tai viuhkan muotoinen tartunta-ankkuri, U-lenkki tai teräslevy, johon jänneet on kiinnitetty. (Suomen betoniyhdistys 2011. 554)



Kuva 17. Punosmenetelmän kiila-ankkuri (a) ja tankomenetelmän ns. kelloankkuri (b) (Suomen betoniyhdistys 2011. 554)

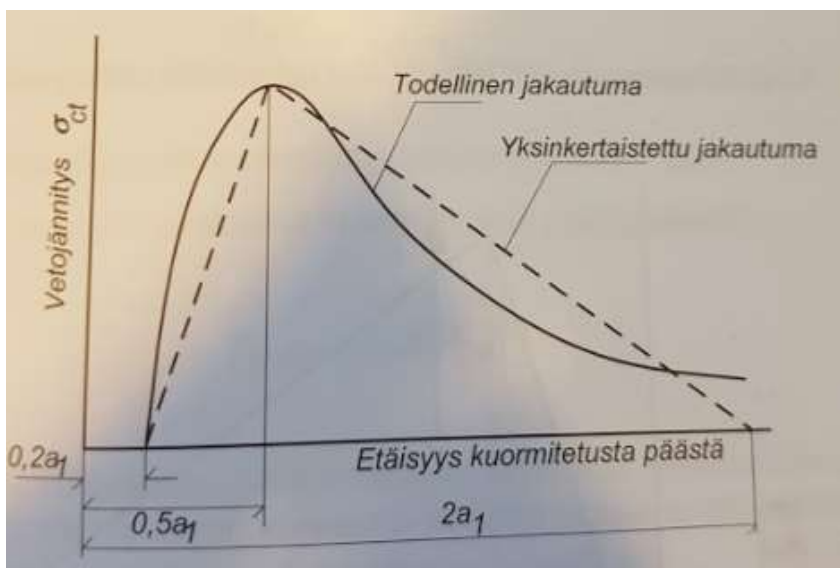
Ankkurijännemenetelmää käyttäessä muodostetaan jänteille kanavat suojaputkilla, jotka ovat yleensä kierreprofiloitua ja kierresaumattua tai pitkittäin hitsattua teräspeltiputkea. Rasvakaapeleiden suojaputket ovat muovia.

Putkien läpimitat vaihtelevat yleensä välillä 30...100 mm ja peltien paksuus 0,25...1,0 mm. Ne asennetaan ja kiinnitetään huolellisesti oikeaan muotoon ja paikkaan. Suoja-putket tuetaan noin 1,5m-2,0m välein. Korkeimpiin kohtiin järjestetään ilmanpoistoaukkoja, jotta injektoitaessa ilma ja vesi pääsevät poistumaan injektointilaastin tieltä. (Suomen betoniyhdistys 2011. 555)



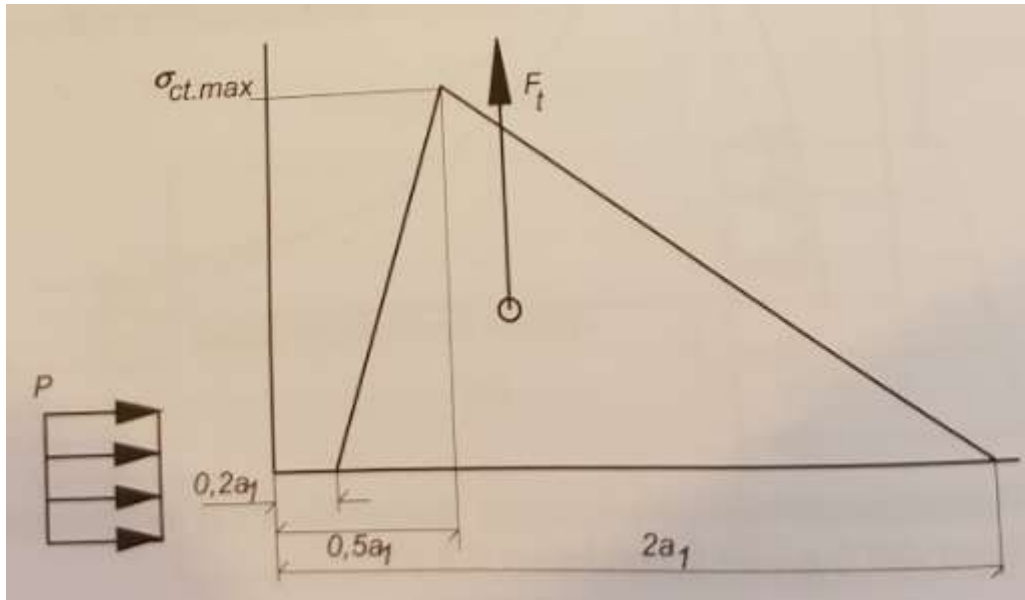
Kuva 18. Rasvapunosten suojaputkia. (Pulliainen 2017)

Suojaputkia injektoitaessa käytettävän laastin lujuuden on oltava 7 päivän ikäisenä 16 MN/m^2 ja 28 päivän ikäisenä 20 MN/m^2 . Ulos tulevissa rakenteissa laasti on tehtävä pakkaskestäväksi. Laasti valmistetaan sementistä ja vedestä, joskus voidaan käyttää filleriä ja hiekkaa, jonka raekoko on 2 mm. (Suomen betoniyhdistys 2011. 555)



Kuva 19. Vetojännitysten jakautuminen betonissa ankkurin takana. (Suomen betoniyhdistys 2008. 607)

Ankkureista aiheutuvien vetojännitysten resultanttia kutsutaan halkaisuvoimaksi, jonka oletetaan vaikuttavan yksinkertaistetun vetojännityskolmion painopisteessä. Jos päädyssä on useampia jänteitä vierekkäin, kumoavat jänteiden halkaisuvoimat toisensa jänneryhmien keskialueella ja vain ryhmän reunoilla olevat jänteet aiheuttavat halkaisuvoimaa



Kuva 20. Yksinkertaistettu vetojännityskolmio. (Suomen betoniyhdistys 2008. 608)

3.5. Ankkurijännemenetelmään liittyvät lisäraudoitteet

Halkaisuraudoitteet asennetaan ankkureiden laippojen eteen vastaanottamaan lohkaissujännitystä. Yleensä halkaisuraudoitteet on tehty 10 mm paksusta harjateräksestä (A500 HW) ja ne on taivutettu umpihaaksi, mutta myös muita halkaisuraudoitusmalleja on olemassa.

Halkaisuraudoitteiden asentaminen on yleensä työlästä ja epäergonomista ankkurialueiden suuren betoniteräsmäärän takia. Raudoitteiden yhteen sitominen on tilan puutteen takia hankalaa, joskus jopa mahdotonta

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

4.1. Rakenteiden työmenetelmien vertailua

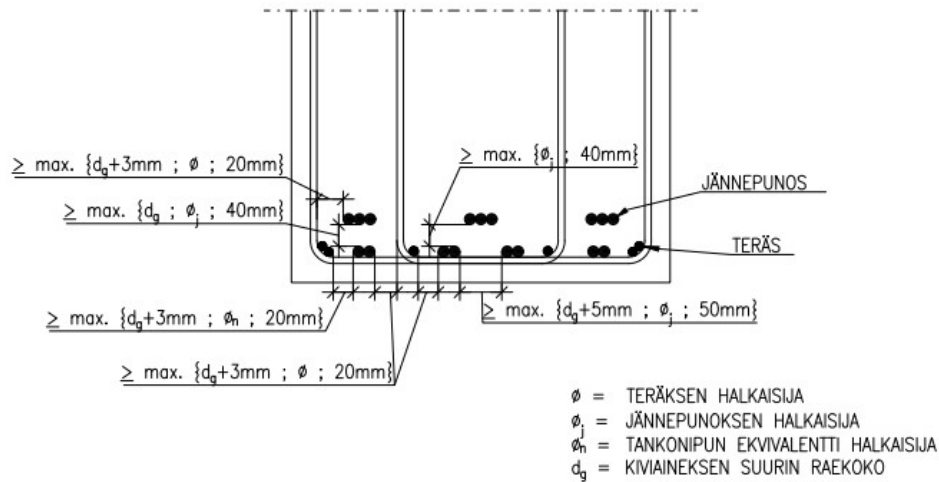
Teräsbetoni- sekä jälkijännitettävien holvien raudoitustöitä tehtäessä on hyvin tärkeää, että työntekijät ovat omaksuneet työsuorituksen sekä tutustuneet työpiirustuksiin huolellisesti. Tavallisessa teräsbetoniholvissa on hieman järeämpi raudoitus kuin jälkijännitettävissäholvissa. Raudoittajien on huomioitava kaikki raudoitussuunnitelmat, joihin lukeutuu mm. raudoituksen tasopiirustukset, raudoitusdetaljit ja raudoiteluettelot. Lisäksi rakennepiirustuksiin sisältyy ohjeita ja määräyksiä materiaalivalinnoista, liitoksista, saumoista sekä työn suoritustavoista.

Paikallavaluholvin raudoitus voidaan suorittaa eri menetelmillä: irtoteräksillä, valmiilla verkko- ja mattoraudoitteilla. Valualueen koko vaikuttaa siihen, mikä menetelmä tulee kustannuksellisesti edullisimmaksi ja aikataulultaan nopeaksi. Raudoituksen tilaamisessa tulee ottaa huomioon varastointitilat, aikataulut ja niiden mahdolliset viivästyksensä sekä teräksen menekki.

Rakennuksien eri työvaiheiden kehittyttyä on sujuvuus ja nopeus myös tullut keskeiseen osaan raudoittamista. Raudoitustyön raskauden sekä epäterveellisyyden vuoksi on raudoitustöitä osittain siirretty tehtäisiin, joissa koneet tuottavat määrämittäisiä ja oikeaan muotoon taivutettuja raudoitteita, näin työmaalla tehtävät raudoitteiden valmistamiset ovat jääneet hyvin vähälle.

Rakenteellisilta ominaisuuksiltaan teräsbetonirakenteet soveltuvat hyvin esim. paikallavalettaviin seiniin, asuinrakennuksiin, joissa jännevälit eivät kasva liian suuriksi, erilaisiin laattoihin, kuten maanvaraisiin laattoihin sekä paalulaattoihin.

Jälkijännitetyissä holveissa käytetään samanlaisia betoniradoitteita, kuin edellä mainituissa teräsbetonirakenteissa, jokseenkin hieman vähäisemmin. Betoniradoitteet ovat vähäisempiä teräsbetonirakenteisiin verrattuna juurikin betonin sisään asennettavien jännepunosten takia.



Kuva 21. Esimerkki jännepunosten asemoinnista palkissa. (Naulankanta.fi)

Raudoittajien ja jännepunosten asentajien on toimittava yhteistyössä ja asennusjärjestyksen on oltava suunnitelmissa oikein, kuten (Kuva 22) osoittaa, jännepunokset eivät aina kulje raudoitteiden päällä, vaan niiden korkoasemat vaihtelevat.



Kuva 22. Punosten korkoasema nousee yläpintaan tuella. (Pulliainen 2017)

Jatkuvien rakenteiden jänteet ovat poikkeuksetta kaarevia, kuten (kuva 22.) osoittaa. Holvit, joissa poikkileikkaus on muuttumaton, saadaan kuitenkin laskennallisesti yksinkertaisesti käsiteltyä, verrattuna esimerkiksi siltoihin tai ulokerakenteisiin.

Työteknisesti jälkijännitetyt holvit vaativat enemmän, kuin teräsbetoniholvit. Usein betoniraudoitteet ja jännepunokset asentaa eri yritys, mikä voi aiheuttaa ongelmia. Parempi ratkaisu olisi, että yrityksellä olisi töissä päteviä ja ammattitaitoisia henkilöitä, jotka pystyisivät suorittamaan molemmat työvaiheet.

4.2. Ankkureiden halkaisuraudoitus

Jännepunosten ankkureiden eteen asennettavat halkaisuraudoitukset voi joskus olla hie- man hankalia asentaa suuren harjateräs määrän takia. Usein halkaisuraudoitteena käytetään umpihakoja, joiden kulmiin asennetaan 10 mm paksut harjateräkset. Umpihakoja ei aina saa asennettua suoraan ankkurilevyihin nähden.

Halkaisuraudoituksen tarkoituksena on ottaa vastaan jännityksestä johtuvia voimia, jotka pyrkivät halkaisemaan betonia. Jännittämisestä johtuva paikallinen puristus on saatava jakautumaan tasaisemmin ankkureista poispäin edettäessä. Tämä vaatii ankkureiden ja niiden välisten keskiö- ja reunaetäisyyksien huolellista suunnittelua.

Halkaisuraudoitteiden asentaminen olisi yksinkertaisempaa, jos kohteessa voitaisiin käyttää esimerkiksi kahta U-hakaa, jotka asennettaisiin pystyasentoon toisiaan vastakkain. Tällöin raudoitteiden pujottaminen ahtaisiin väleihin olisi työteknisesti helpompaa.

U-hakoja voi myös käyttää vaaka-asennossa. Vaaka-asentoa käyttäessä on jännepunok- sen molemmille puolille ankkurilevyn kohdalle asennettava kaksi U-hakaa. Tämän jäl- keen on hakojen ylä- sekä alareunaan asennettava suorat halkaisuraudoitteet, jotka koh- teesta riippuen on vietävä tietyn määrän viimeisen ankkurin ohitse.

Halkaisuraudoitteena voidaan käyttää myös Helix-raudoitusta yhdessä tavallisten U-hakasten kanssa. Helix-raudoitus on spiraalille taivutettu betoniteräs, joka hitsataan jännepunoksen ympärille. Helix-raudoituksessa ankkurin puoleinen pää hitsataan ankkurilevyihin.

LÄHTEET

Suomen betoniyhdistys. 2011. Betonitekniikan oppikirja, by 201. Helsinki: Suomen rakennusmedia Oy

Suomen betoniyhdistys. 2008. Betonirakenteiden suunnittelu ja mitoitus, by 210. Helsinki: Suomen rakennusmedia Oy

<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi> (Luettu 17.11.2017)

Huoso, H. 2017. Halkaisuraudoitusmallit. Luettu 19.11.2017
<http://www.naulankanta.fi/files/halkaisuraudoitusmallit>

<https://www.nettimyynti.fi/> (Luettu 21.11.2017)

LIITTEET

Liite 1. Halkaisuraudoitus mallit

A	LAATAN ANKKURIEN RAUDOITUS REUNAPALKEISSA				HH	6.11.2017	
MUUTOS	SELITE				SUUNN.	PVM.	
VASTAAVA RAKENNESUUNNITTELIJA					PVM.		
KAUPUNGINOSA/KYLÄ	KORTTELI/TILA	TONTTI/R.NRO	RAKENNUSLUPATUNNUS	RAKENNUSTUNNUS			
RAKENNUSTOIMENPIDE UUDISRAKENNUS			PIIRUSTUSLAJI RAKENNEPIIRUSTUS	JUOKSEVA NUMERO			
RAKENNUSKOHTeen NIMI JA OSOITE			SISÄLTÖ BBR CONA CMM -JÄNNEMENETELMÄ ANKKURIEN HALKAISURAUDOITUSMALLEJA	MITTAKAAVAT 1:10			
 Naulankanta Oy Juvan teollisuuskatu 24 FI-02920 Espoo +358 20 741 6080 www.naulankanta.fi etunimi.sukunimi@naulankanta.fi			SUUNN.	Ins. Henri Huoso, +358 40 481 4665			
			PIIRT.	TARK./HYV.	PVM.		
			HH	AK	04.01.2017		
SUUNN. TYÖNRO	SUUNNITTELUALA	LAJI	NRO	MUUTOS			
		RAK	R	A			



Naulankanta Oy
Juvan teollisuuskatu 24
FI-02920 Espoo
+358 20 741 6080
www.naulankanta.fi

SUUNN. TYÖN NRO

PVM.

04.01.2017

PIIRTÄJÄ

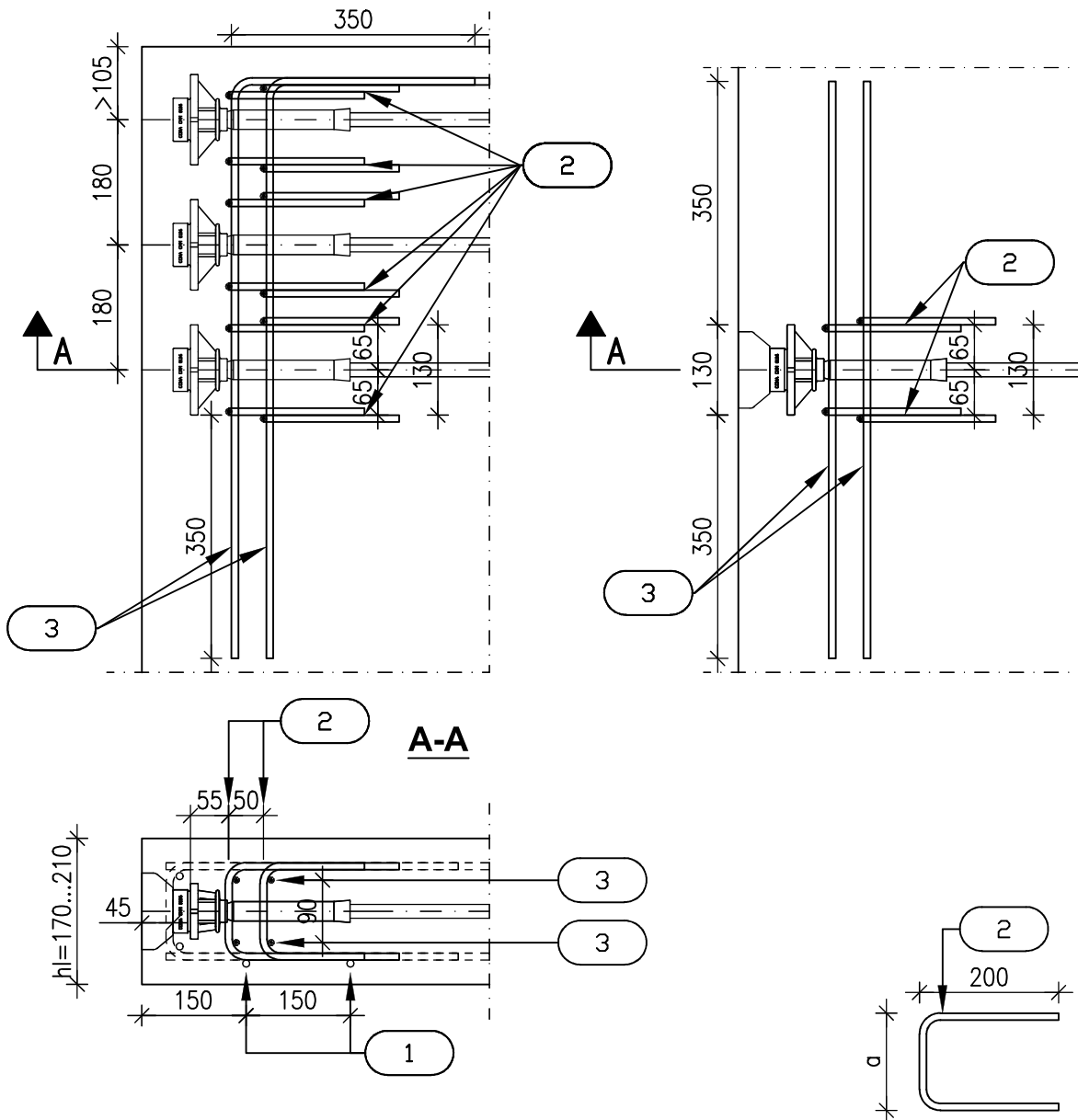
HH

DET-R1

KOHDE

SISÄLTÖ

0106 ANKKUREIDEN HALKAISURAUDOITUSMALLIT
ANKKURIT VAAKA-ASENNOSSA, hl=170...210 MM
AKTIIVI- JA PASSIIVIANKKURIT



1. JAKORAUDOITUS, TYÖTERÄS TAI JATKUVA RAUDOITUSVÄLIKE
2. HALKAISURAUDOITUS 2+2D-T10-L(200+a+200) / ANKKURI,
- MITTA a TAPAUSKOHTAISESTI MAHDOLLISIMMAN KORKEAKSI
3. HALKAISURAUDOITUS, 2+2A-T10
- 350 mm OHI VIIMEISESTÄ ANKKURISTA
- JATKOSPITUUS 500 mm



Naulankanta Oy
Juvan teollisuuskatu 24
FI-02920 Espoo
+358 20 741 6080
www.naulankanta.fi

SUUNN. TYÖN NRO

PVM.

04.01.2017

PIIRTÄJÄ

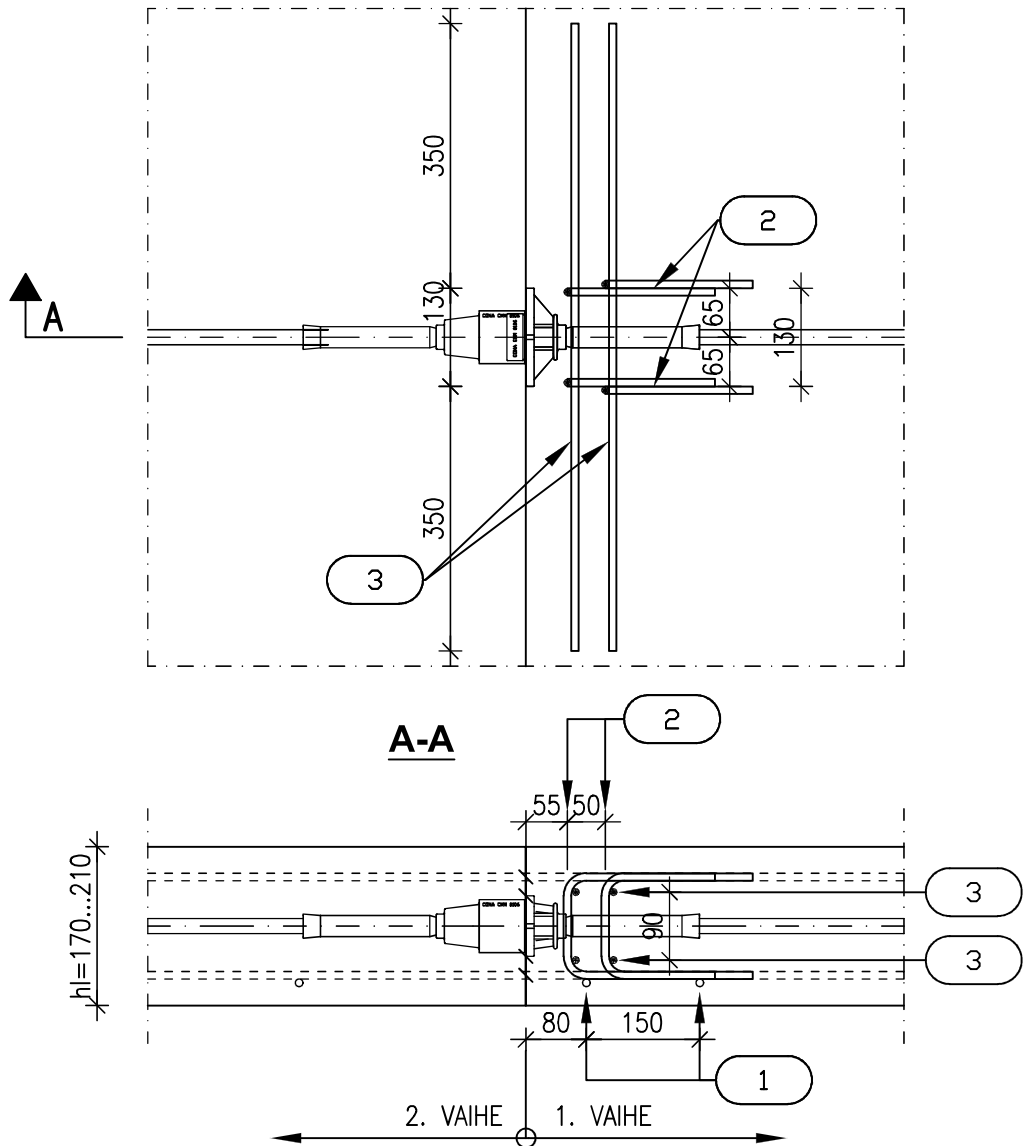
HH

DET-R2

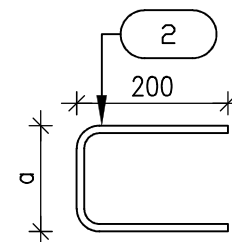
KOHDE

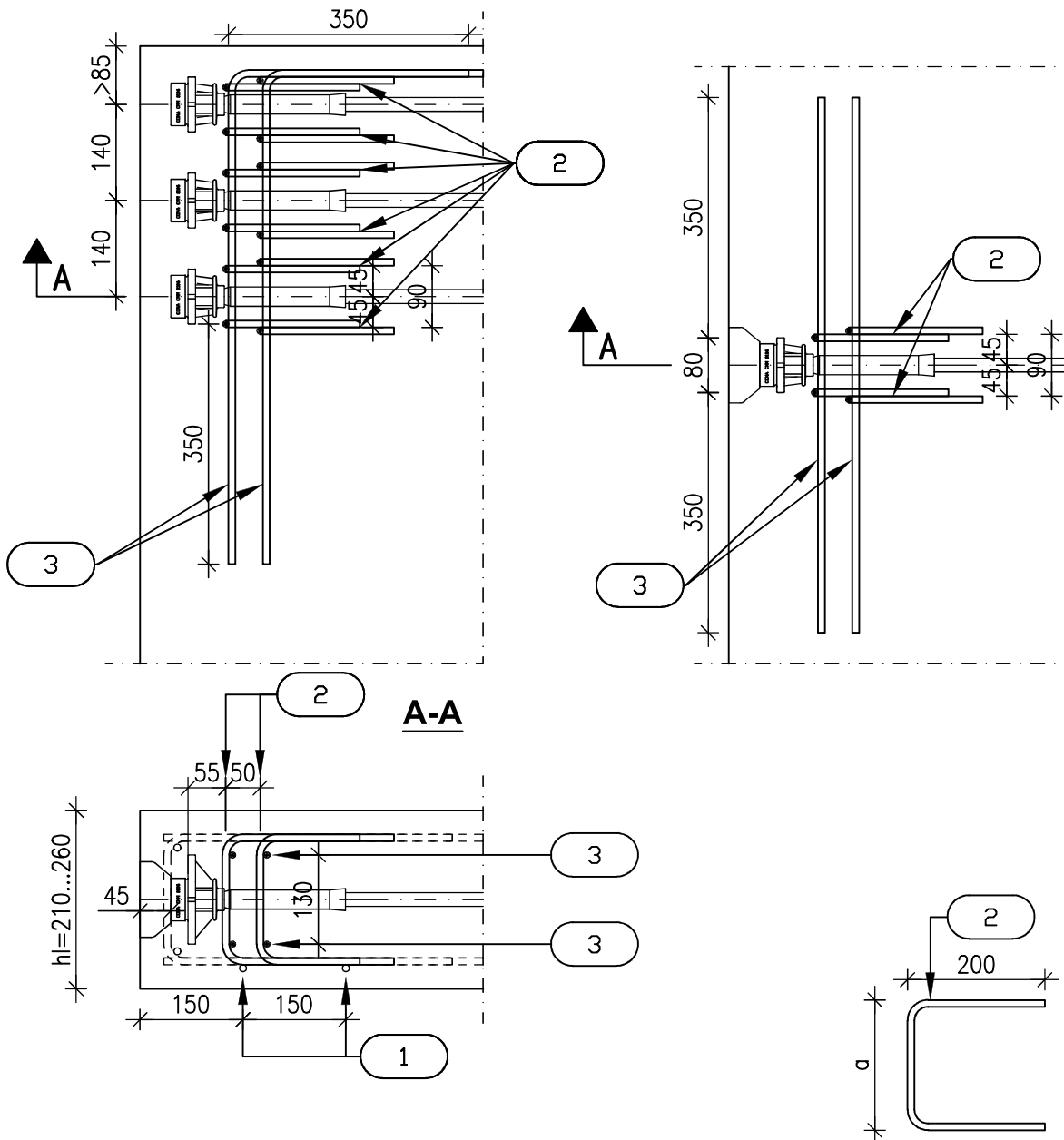
SISÄLTÖ

0106 ANKKUREIDEN HALKAISURAUDOITUSMALLIT
ANKKURIT VAAKA-ASENNOSSA, hl=170...210 MM
JATKOSANKKURIT



1. JAKORAUDOITUS, TYÖTERÄS TAI JATKUVA RAUDOITUSVÄLIKE
2. HALKAISURAUDOITUS 2+2D-T10-L(200+a+200) / ANKKURI,
- MITTA a TAPAUSKOHTAISESTI MAHDOLLISIMMAN KORKEAKSI
3. HALKAISURAUDOITUS, 2+2A-T10
- 350 mm OHI VIIMEISESTÄ ANKKURISTA
- JATKOSPITUUS 500 mm





1. JAKORAUDOITUS, TYÖTERÄS TAI JATKUVA RAUDOITUSVÄLIKE
2. HALKAISURAUDOITUS 2+2D-T10-L(200+a+200) / ANKKURI,
 - MITTA a TAPAUSKOHTAISESTI MAHDOLLISIMMAN KORKEAKSI
3. HALKAISURAUDOITUS, 2+2A-T10
 - 350 mm OHI VIIMEISESTÄ ANKKURISTA
 - JATKOSPITUUS 500 mm



Naulankanta Oy
Juvan teollisuuskatu 24
FI-02920 Espoo
+358 20 741 6080
www.naulankanta.fi

SUUNN. TYÖN NRO

PVM.

04.01.2017

PIIRTÄJÄ

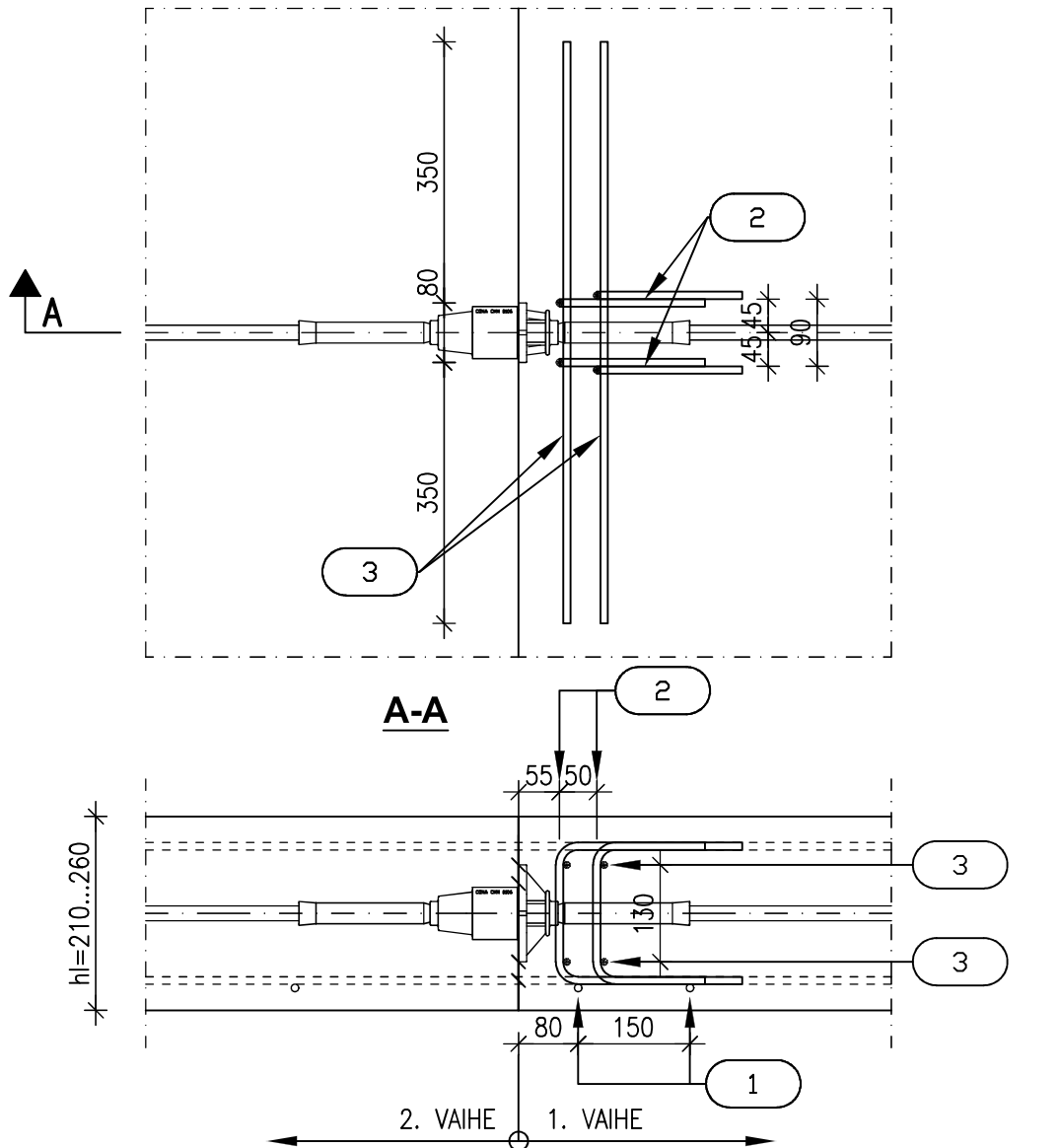
HH

DET-R4

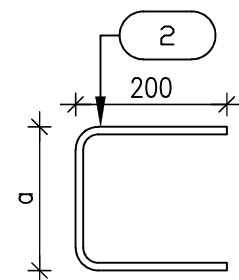
KOHDE

SISÄLTÖ

0106 ANKKUREIDEN HALKAISURAUDOITUSMALLIT
ANKKURIT PYSTYASENNOSSA, hl=210...260 MM
JATKOSANKKURIT



1. JAKORAUDOITUS, TYÖTERÄS TAI JATKUVA RAUDOITUSVÄLIKE
2. HALKAISURAUDOITUS 2+2D-T10-L(200+a+200) / ANKKURI,
- MITTA a TAPAUSKOHTAISESTI MAHDOLLISIMMAN KORKEAKSI
3. HALKAISURAUDOITUS, 2+2A-T10
- 350 mm OHI VIIMEISESTÄ ANKKURISTA
- JATKOSPITUUS 500 mm





Naulankanta Oy
Juvan teollisuuskatu 24
FI-02920 Espoo
+358 20 741 6080
www.naulankanta.fi

SUUNN. TYÖN NRO

PVM.

04.01.2017

PIIRTÄJÄ

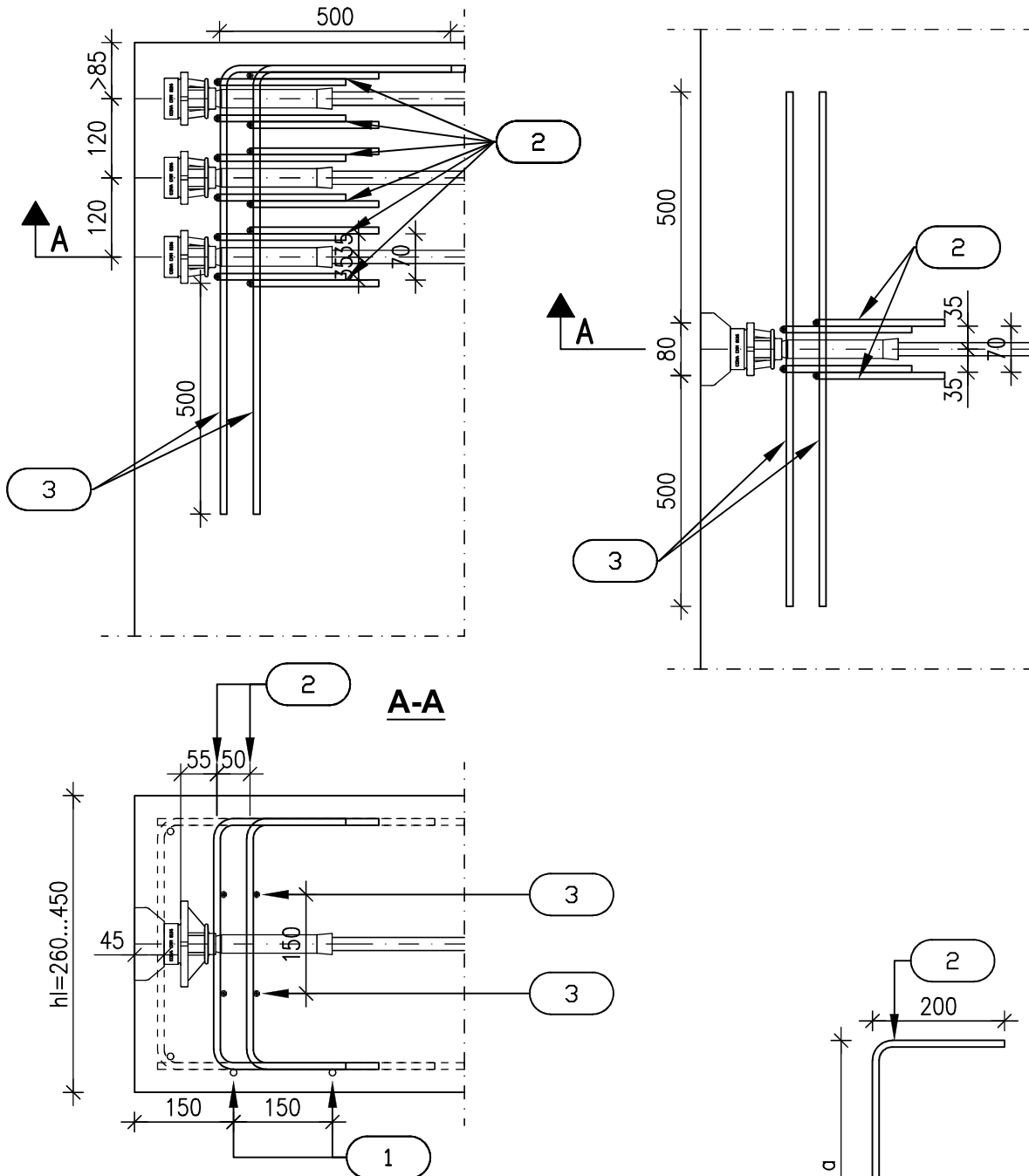
HH

DET-R5

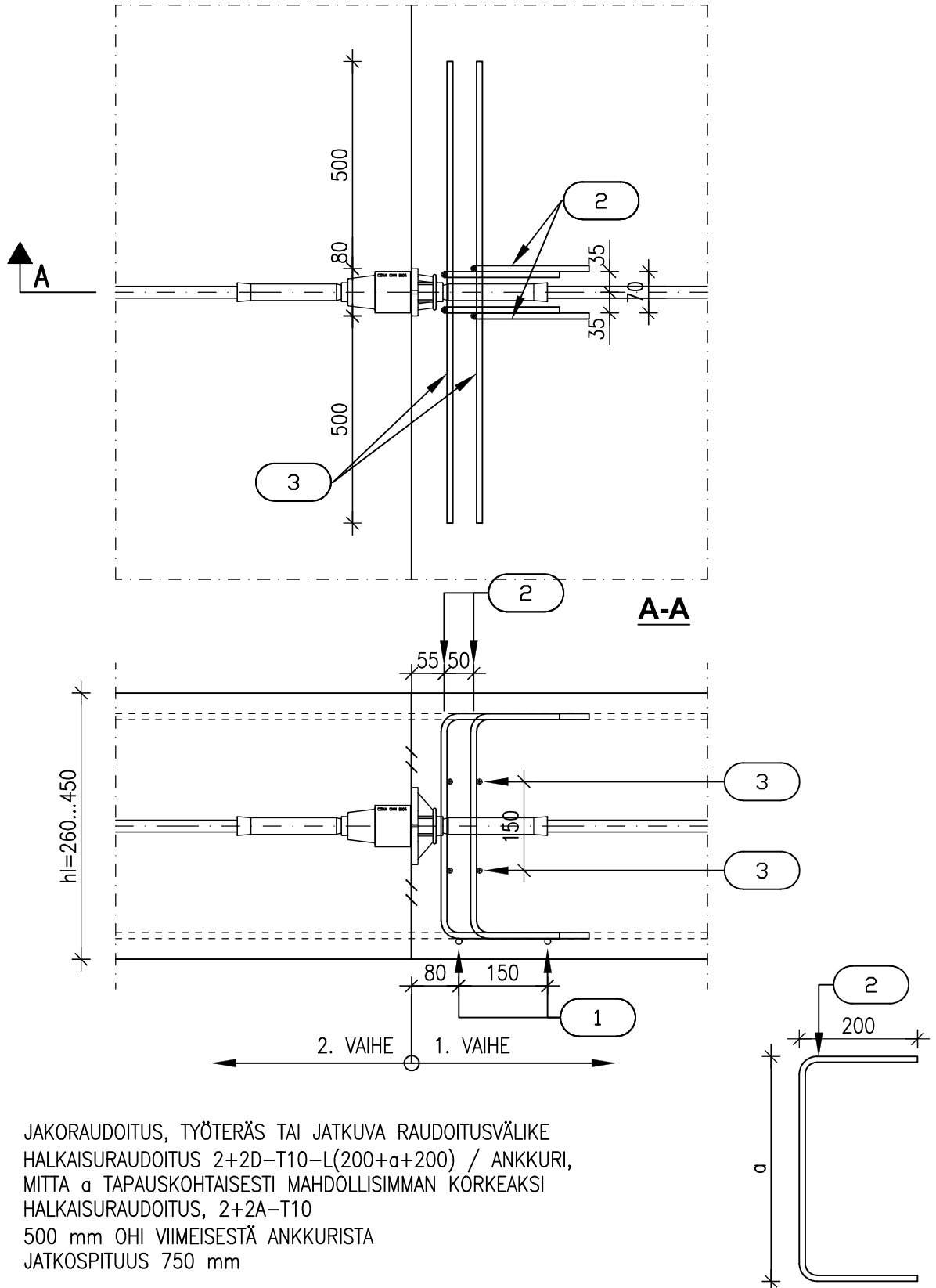
KOHDE

SISÄLTÖ

0106 ANKKUREIDEN HALKAISURAUDOITUSMALLIT
ANKKURIT PYSTYASENNOSSA, hl=260...450 MM
AKTIIVI- JA PASSIIVIANKKURIT



1. JAKORAUDOITUS, TYÖTERÄS TAI JATKUVA RAUDOITUSVÄLIKE
2. HALKAISURAUDOITUS 2+2D-T10-L(200+a+200) / ANKKURI,
- MITTA a TAPAUKOKHTAISESTI MAHDOLLISIMMAN KORKEAKSI
3. HALKAISURAUDOITUS, 2+2A-T10
- 500 mm OHI VIIMEISESTÄ ANKKURISTA
- JATKOSPITUUS 750 mm





Naulankanta Oy
Juvan teollisuuskatu 24
FI-02920 Espoo
+358 20 741 6080
www.naulankanta.fi

SUUNN. TYÖN NRO

PVM.

04.01.2017

PIIRTÄJÄ

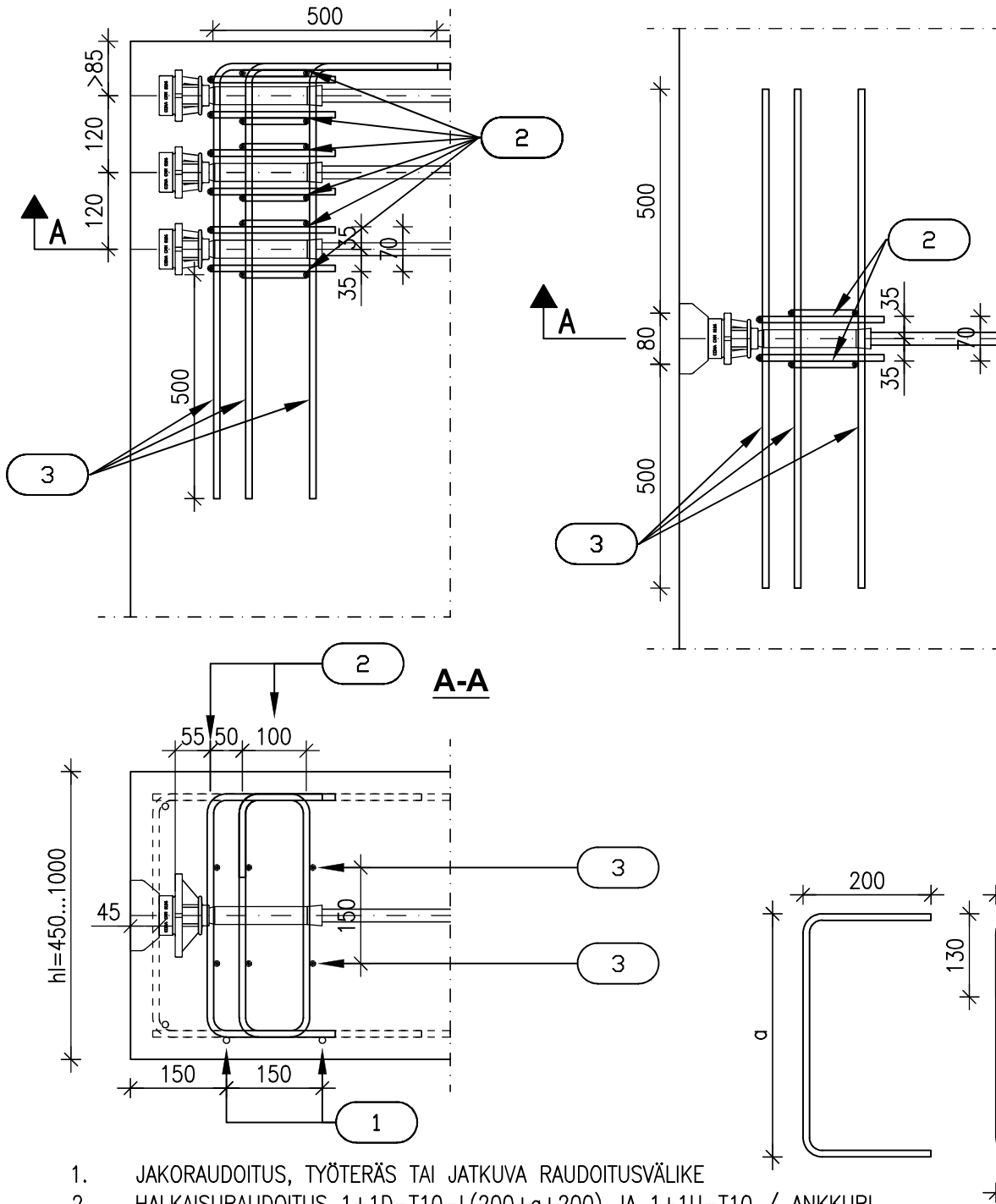
HH

DET-R7

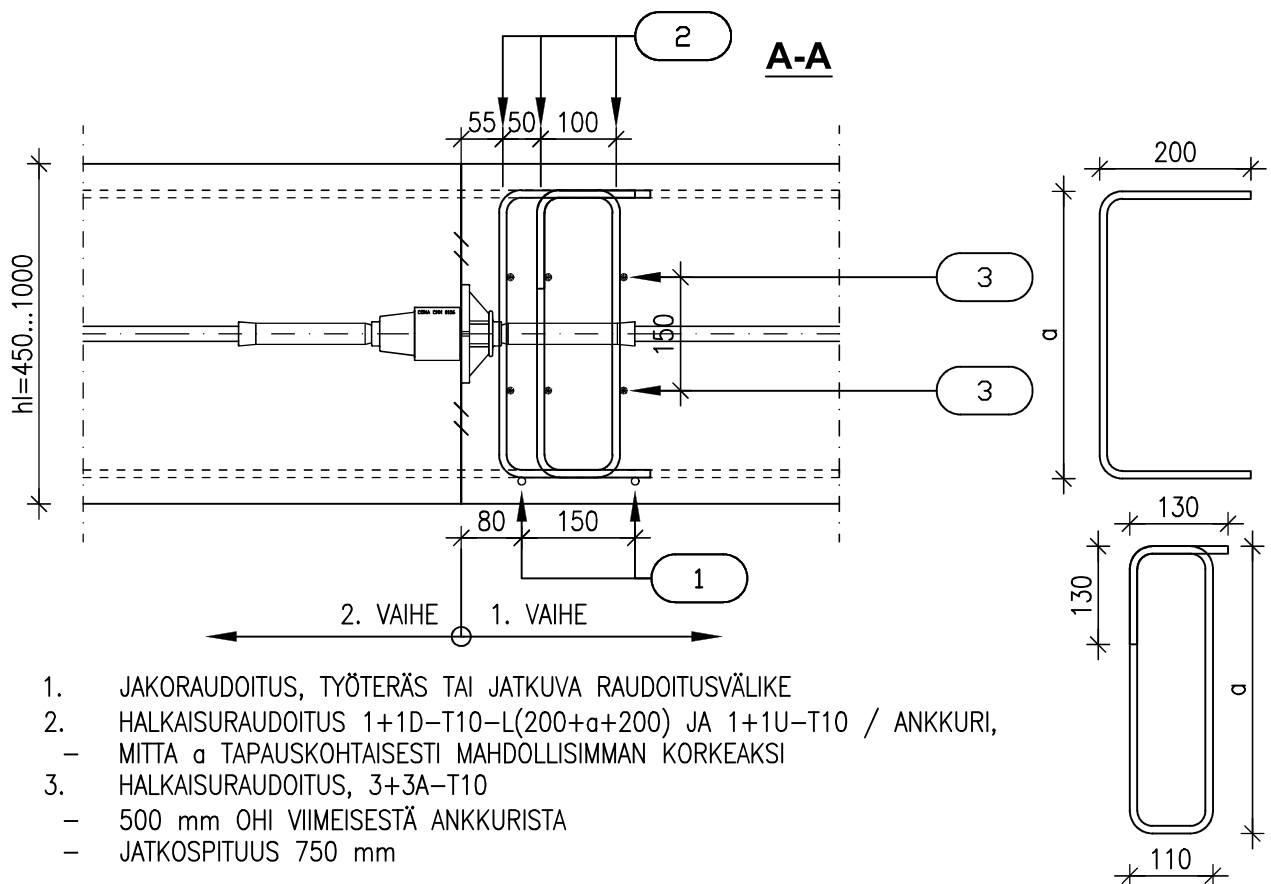
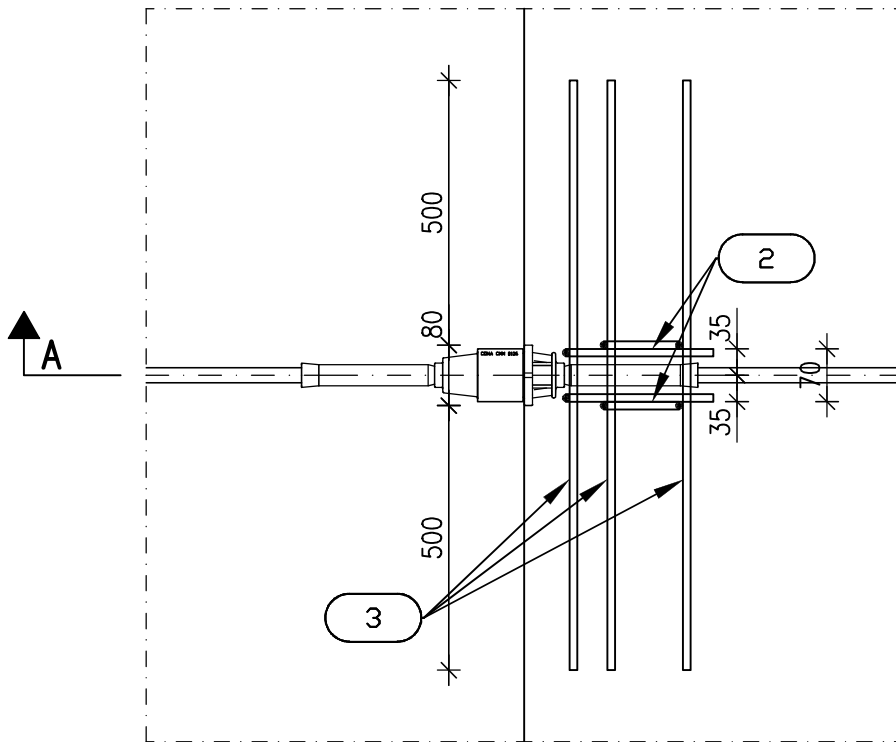
KOHDE

SISÄLTÖ

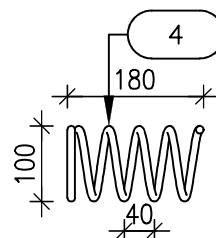
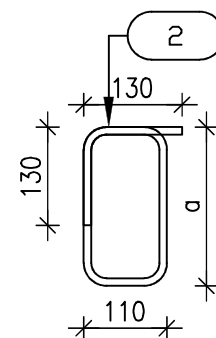
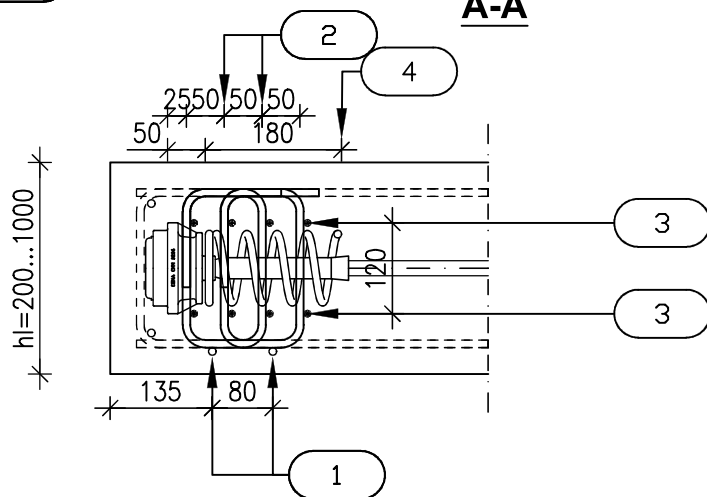
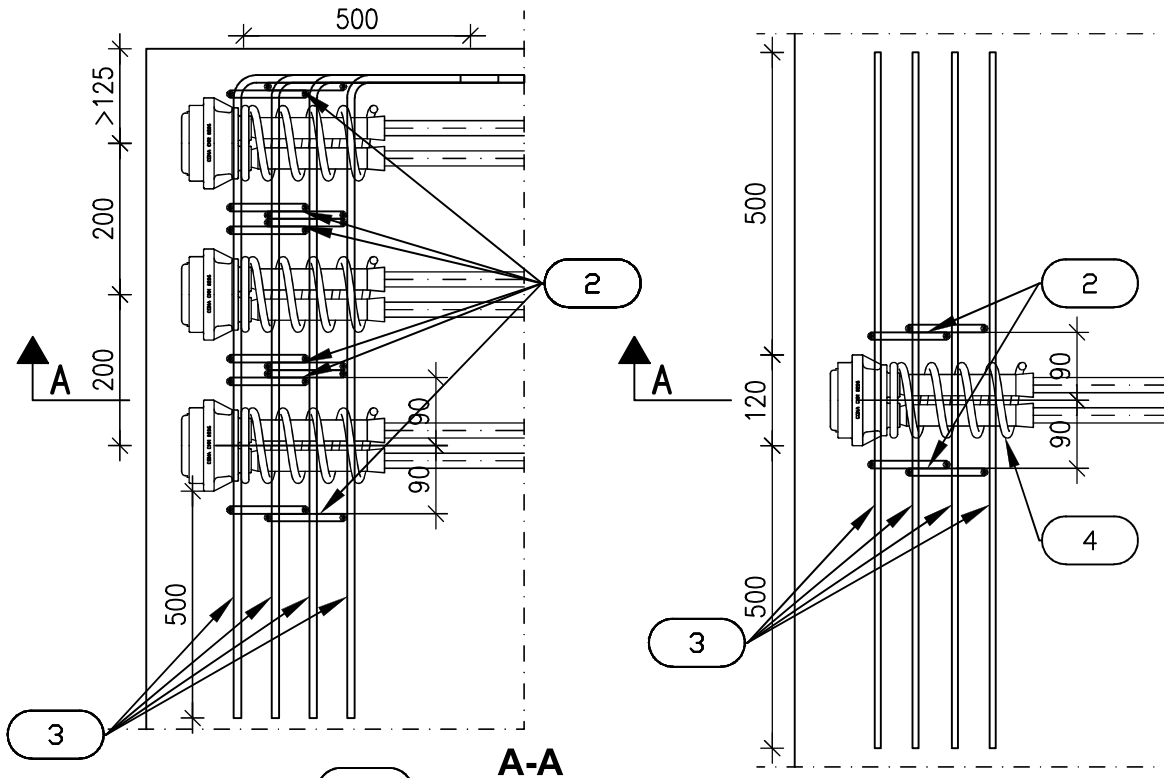
0106 ANKKUREIDEN HALKAISURAUDOITUSMALLIT
ANKKURIT PYSTYASENNOSSA, hl=450...1000 MM
AKTIIVI- JA PASSIIVIANKKURIT



1. JAKORAUDOITUS, TYÖTERÄS TAI JATKUVA RAUDOITUSVÄLIKE
2. HALKAISURAUDOITUS 1+1D-T10-L(200+a+200) JA 1+1U-T10 / ANKKURI,
- MITTA a TAPAUKOKHTAISESTI MAHDOLLISIMMAN KORKEAKSI
3. HALKAISURAUDOITUS, 3+3A-T10
- 500 mm OHI VIIMEISESTÄ ANKKURISTA
- JATKOSPITUUS 750 mm



1. JAKORAUDOITUS, TYÖTERÄS TAI JATKUVA RAUDOITUSVÄLIKE
2. HALKAISURAUDOITUS 1+1D-T10-L(200+a+200) JA 1+1U-T10 / ANKKURI,
- MITTA a TAPAUSKOHTAISESTI MAHDOLLISIMMAN KORKEAKSI
3. HALKAISURAUDOITUS, 3+3A-T10
- 500 mm OHI VIIMEISESTÄ ANKKURISTA
- JATKOSPITUUS 750 mm



1. JAKORAUDOITUS, TYÖTERÄS TAI JATKUVA RAUDOITUSVÄLIKE
2. HALKAISURAUDOITUS 2+2U-T10 / ANKKURI,
- MITTA a TAPAUKOHTAISESTI MAHDOLLISIMMAN KORKEAKSI
3. HALKAISURAUDOITUS, 4+4A-T10
- 500 mm OHI VIIMEISESTÄ ANKKURISTA
- JATKOSPITUUS 750 mm
4. HELIX-RAUDOITUS, T10,
- ULKÖHALKAISIJA 100 mm
- PITUUS 180 mm
- 4+1 KIERROSTA, k40
- ANKKURIN PUOLEINEN PÄÄ HITSATTU



Naulankanta Oy
Juvan teollisuuskatu 24
FI-02920 Espoo
+358 20 741 6080
www.naulankanta.fi

SUUNN. TYÖN NRO

PVM.

04.01.2017

PIIRTÄJÄ

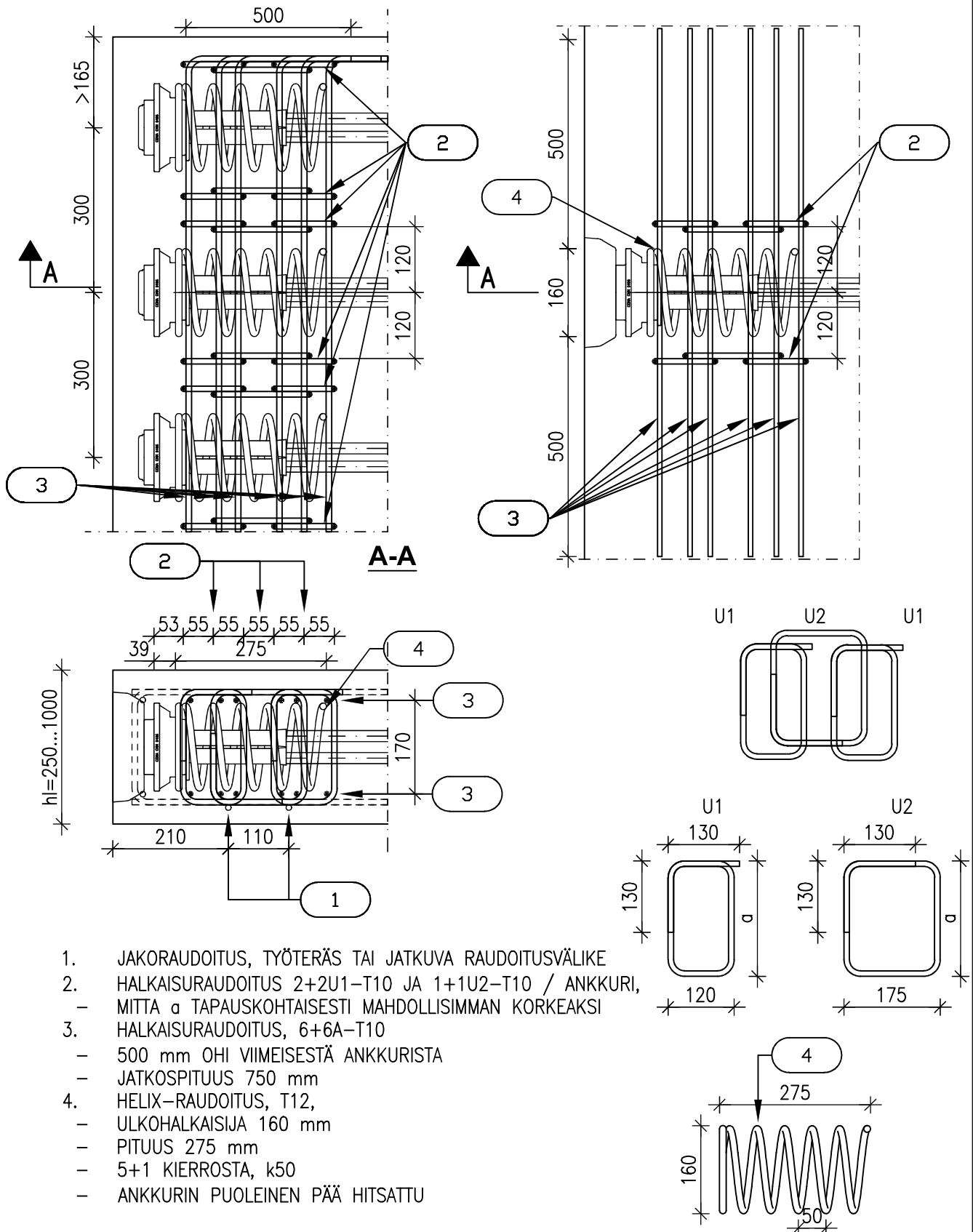
HH

DET-R10

KOHDE

SISÄLTÖ

0406 ANKKUREIDEN HALKAISURAUDOITUSMALLIT
hi=250...1000 MM
AKTIIVI- JA PASSIIVIANKKURIT





Naulankanta Oy
Juvan teollisuuskatu 24
FI-02920 Espoo
+358 20 741 6080
www.naulankanta.fi

SUUNN. TYÖN NRO

PVM.

04.01.2017

PIIRTÄJÄ

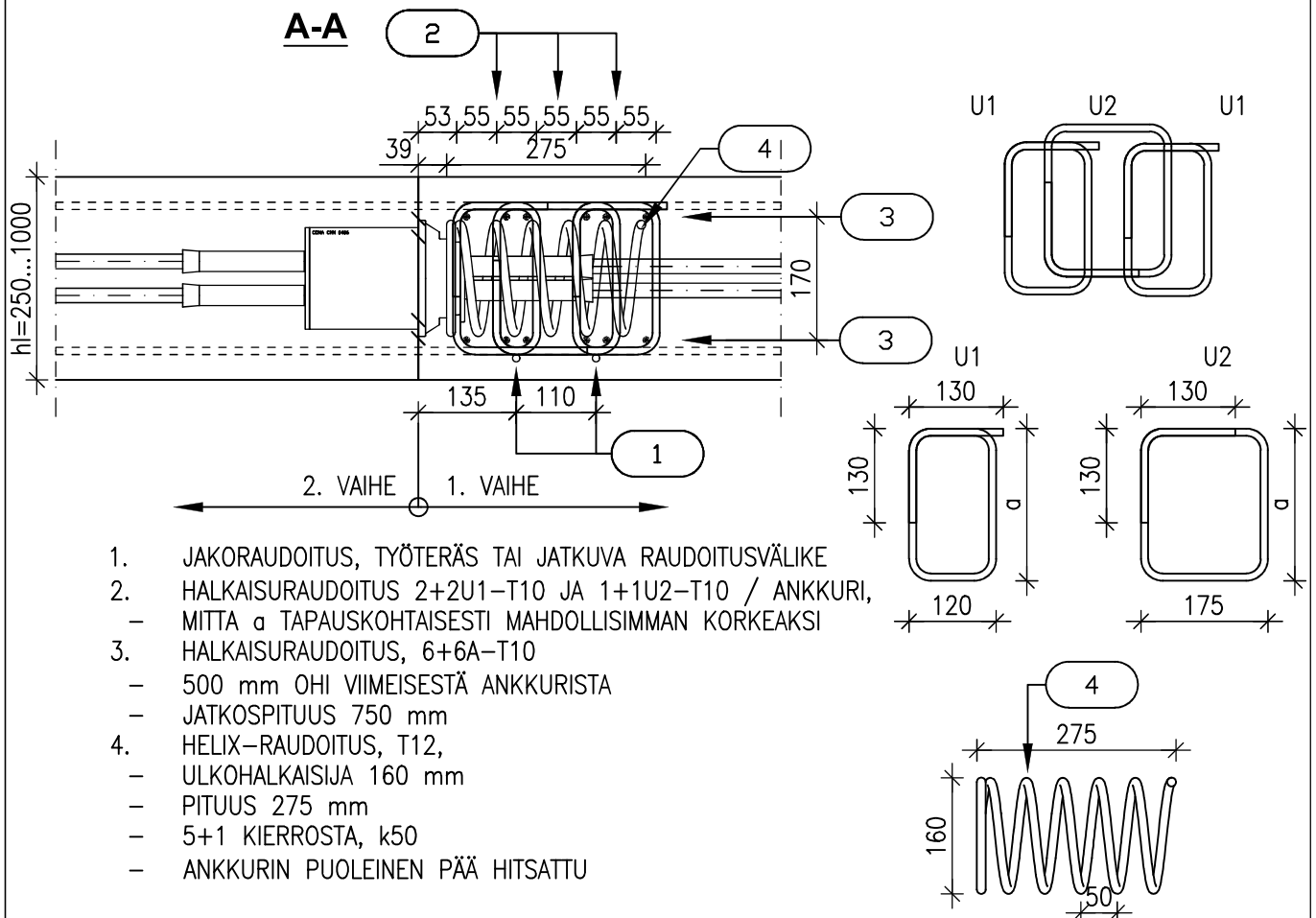
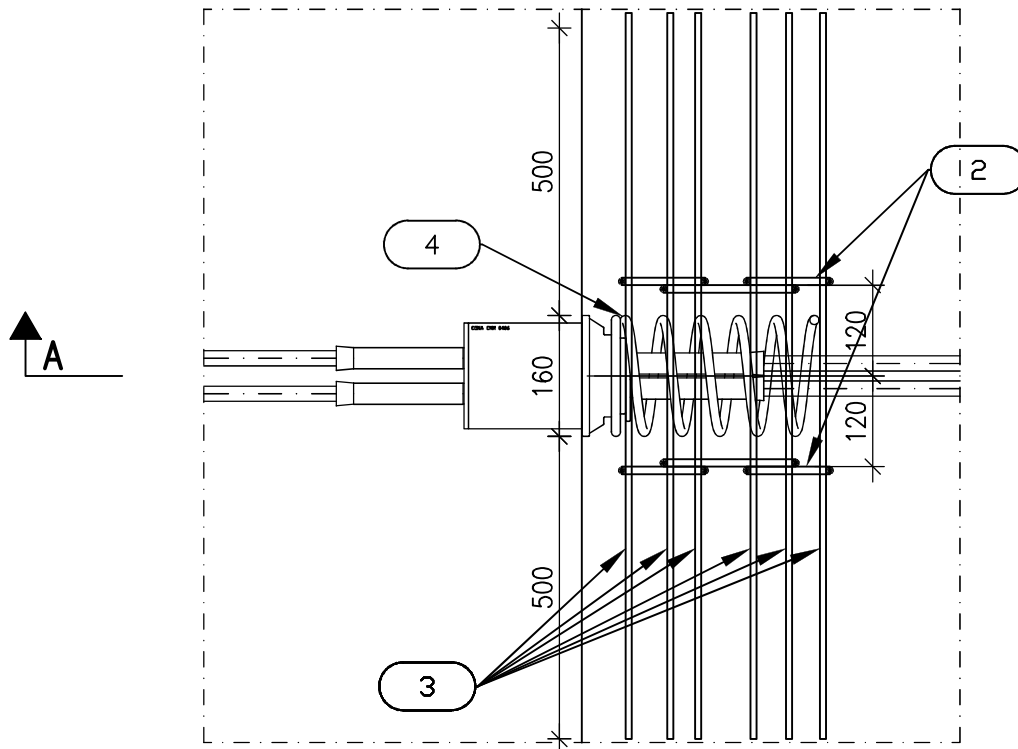
HH

DET-R11

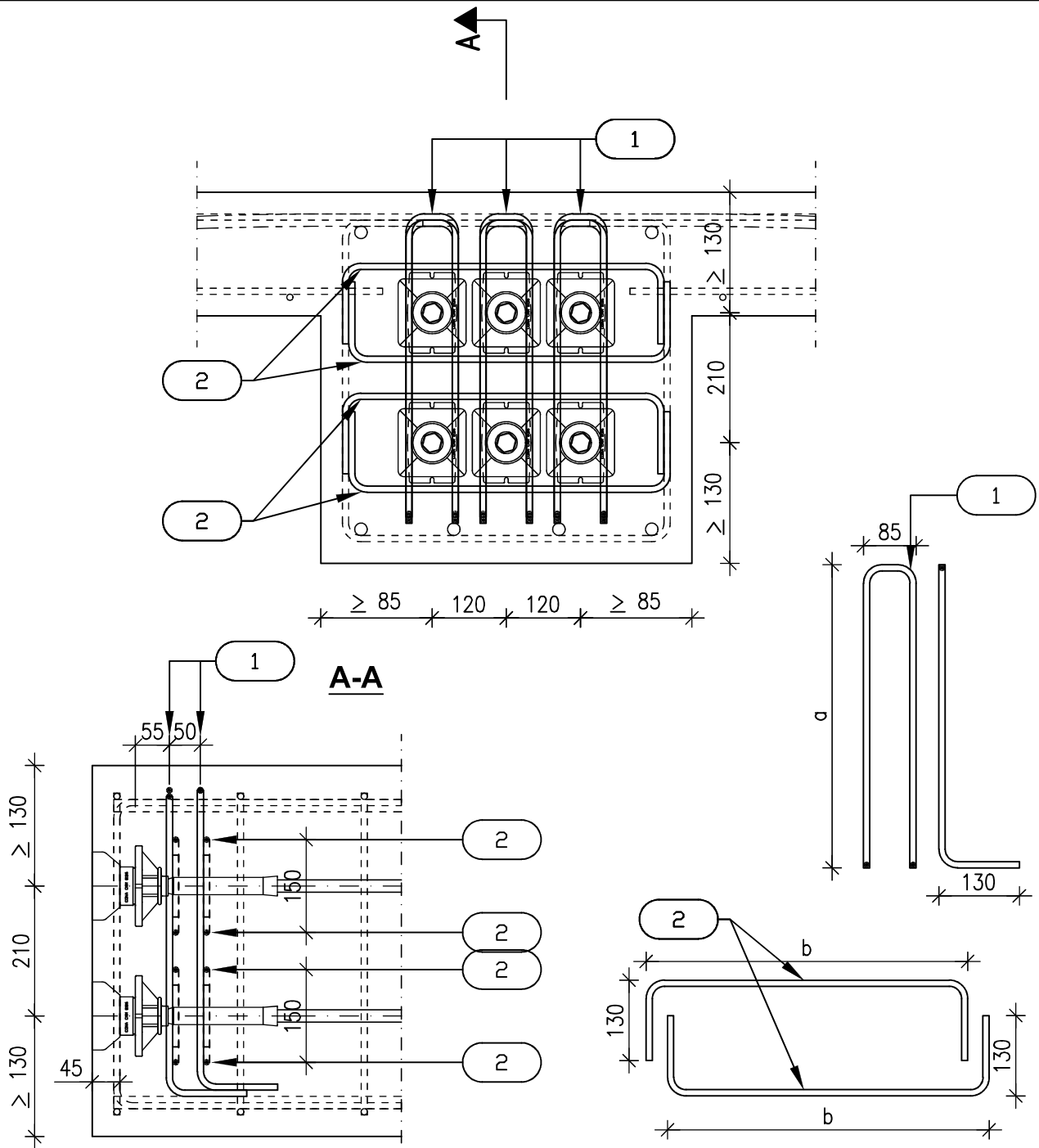
KOHDE

SISÄLTÖ

0406 ANKKUREIDEN HALKAISURAUDOITUSMALLIT
hi=250...1000 MM
JATKOSANKKURIT



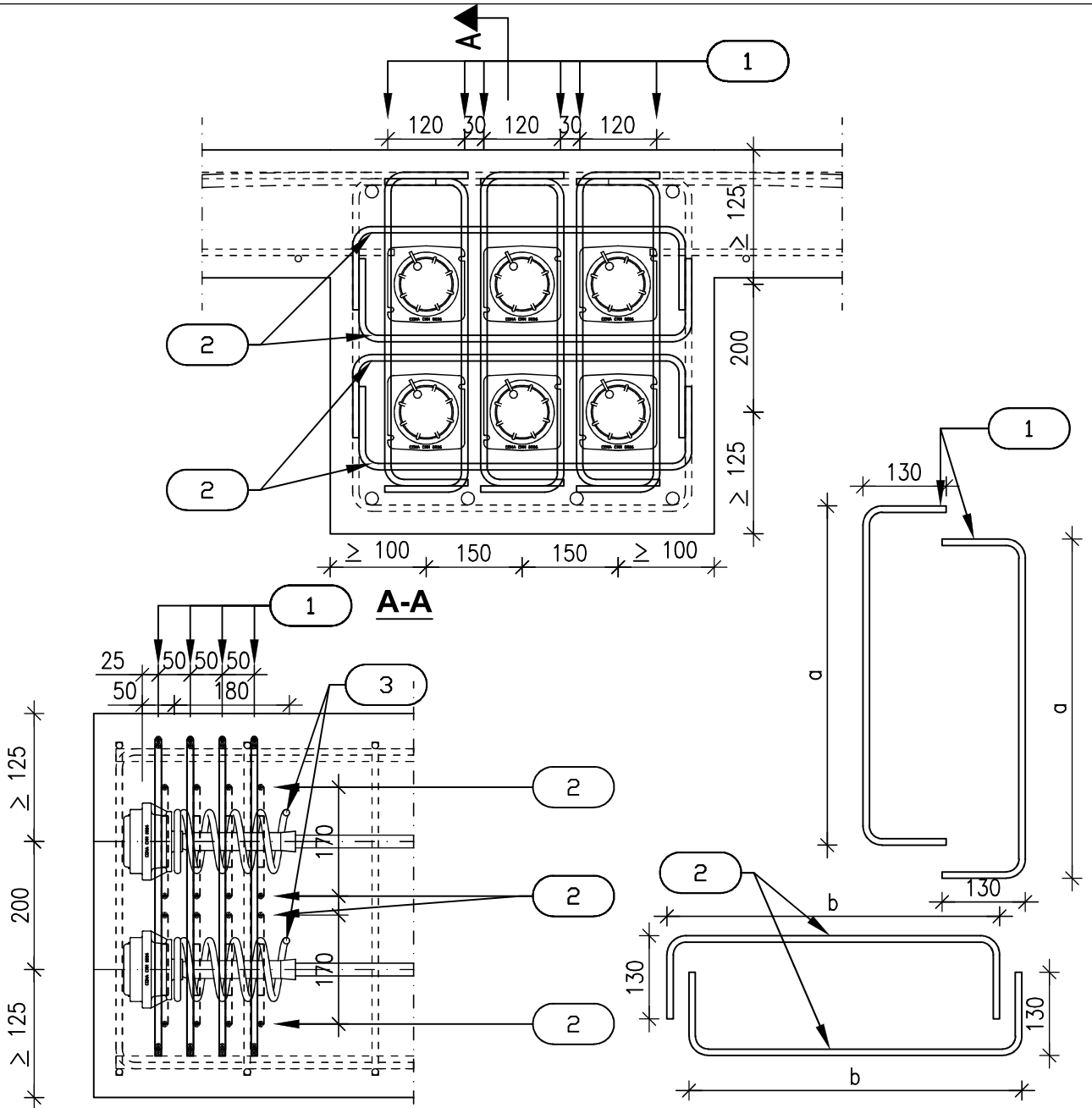
1. JAKORAUDOITUS, TYÖTERÄS TAI JATKUVA RAUDOITUSVÄLIKE
2. HALKAISURAUDOITUS 2+2U1-T10 JA 1+1U2-T10 / ANKKURI,
- MITTA a TAPAUSKOHTAISESTI MAHDOLLISIMMAN KORKEAKSI
3. HALKAISURAUDOITUS, 6+6A-T10
- 500 mm OHI VIIMEISESTÄ ANKKURISTA
- JATKOSPITUUS 750 mm
4. HELIX-RAUDOITUS, T12,
- ULKOHALKAISUJA 160 mm
- PITUUS 275 mm
- 5+1 KIERROSTA, k50
- ANKKURIN PUOLEINEN PÄÄ HITSATTU



1. PAIKALLINEN HALKAISURAUDOITUS 2Y-T10 / ANKKURIPYSTYRIVI
 - MITTA a TAPAUKOKHTAISESTI MAHDOLLISIMMAN KORKEAKSI
2. PAIKALLINEN HALKAISURAUDOITUS, 2+2D-T10 / ANKKURIVAAKARIVI
 - MITTA b TAPAUKOKHTAISESTI MAHDOLLISIMMAN LEVEÄKSI

HUOM! PAIKALLISEN HALKAISURAUDOITUKSEN ULKOPUOLELLE MAHDOLLISESTI TARVITTAVA HALKAISURAUDOITUS SUUNNITELLAAN TAPAUKOKHTAISESTI SUUNNITTELIJAN TOIMESTA.

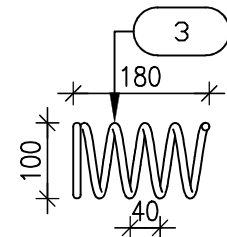
LISÄTIETOA KTS. BY 69



1. PAIKALLINEN HALKAISURAUDOITUS 4+4D1-T10 / ANKKURIPYSTYRIVI
- MITTA a TAPAUSKOHTAISESTI MAHDOLLISIMMAN KORKEAKSI
2. PAIKALLINEN HALKAISURAUDOITUS, 4+4D2-T10 / ANKKURIVAAKARIVI
- MITTA b TAPAUSKOHTAISESTI MAHDOLLISIMMAN LEVEÄKSI
3. HELIX-RAUDOITUS, T10,
- ULKOHALKAISUJA 100 mm
- PITUUS 180 mm
- 4+1 KIERROSTA, k40
- ANKKURIN PUOLEINEN PÄÄ HITSATTU

HUOM! PAIKALLISEN HALKAISURAUDOITUKSEN ULKOPUOLELLE MAHDOLLISETI TARVITTAVA HALKAISURAUDOITUS SUUNNITELLAAN TAPAUSKOHTAISESTI SUUNNITTELIJAN TOIMESTA.

- LISÄTIETOA KTS. BY 69





Naulankanta Oy
Juvan teollisuuskatu 24
FI-02920 Espoo
+358 20 741 6080
www.naulankanta.fi

SUUNN. TYÖN NRO

PVM.

04.01.2017

PIIRTÄJÄ

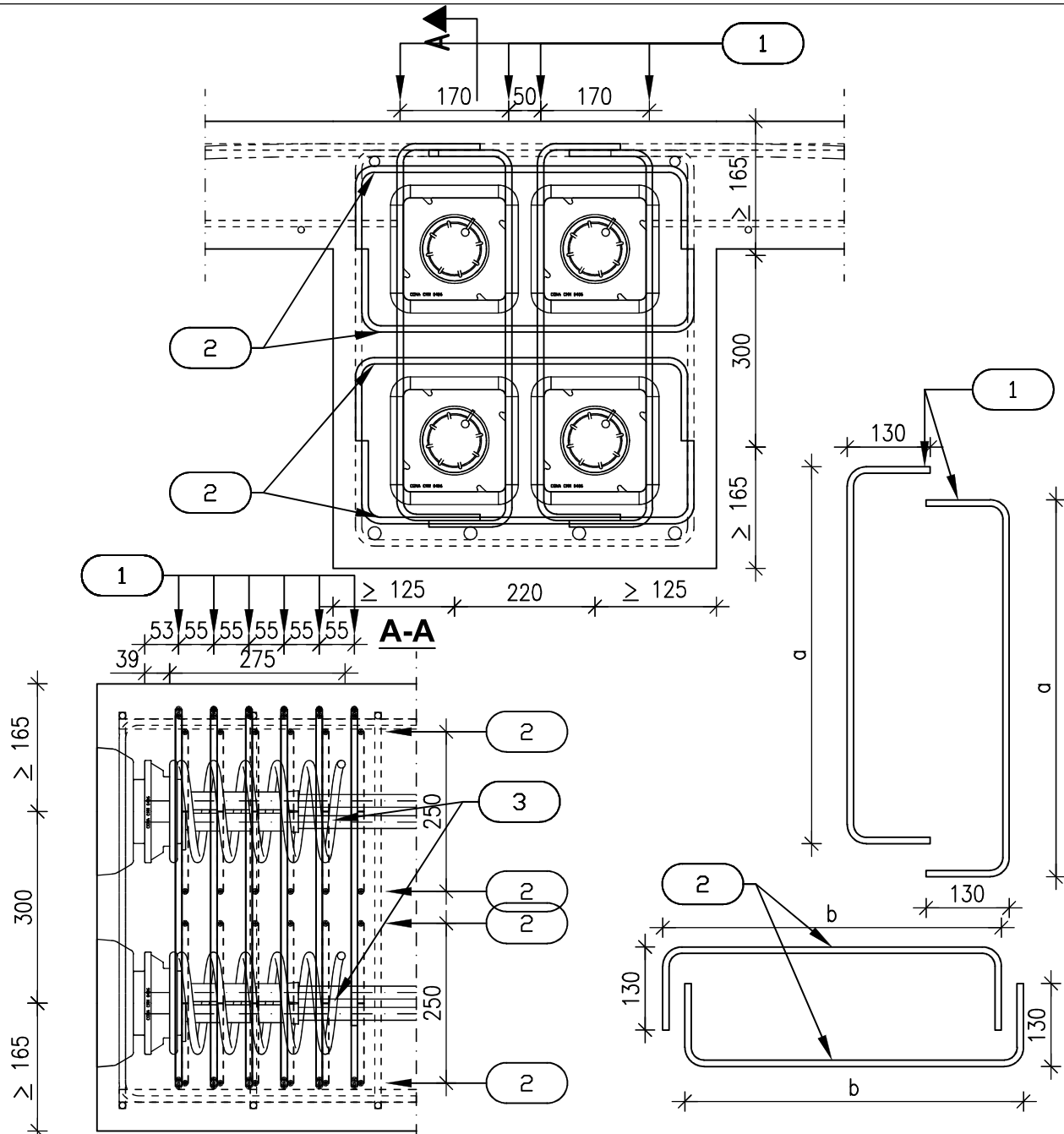
HH

DET-R15

KOHDE

SISÄLTÖ

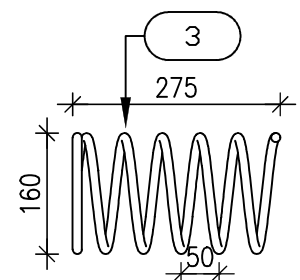
0406 ANKKUREIDEN HALKAISURAUDOITUSMALLIT
PALKIN PAIKALLINEN HALKAISURAUDOITUS
AKTIIVI- JA PASSIIVIANKKURIT

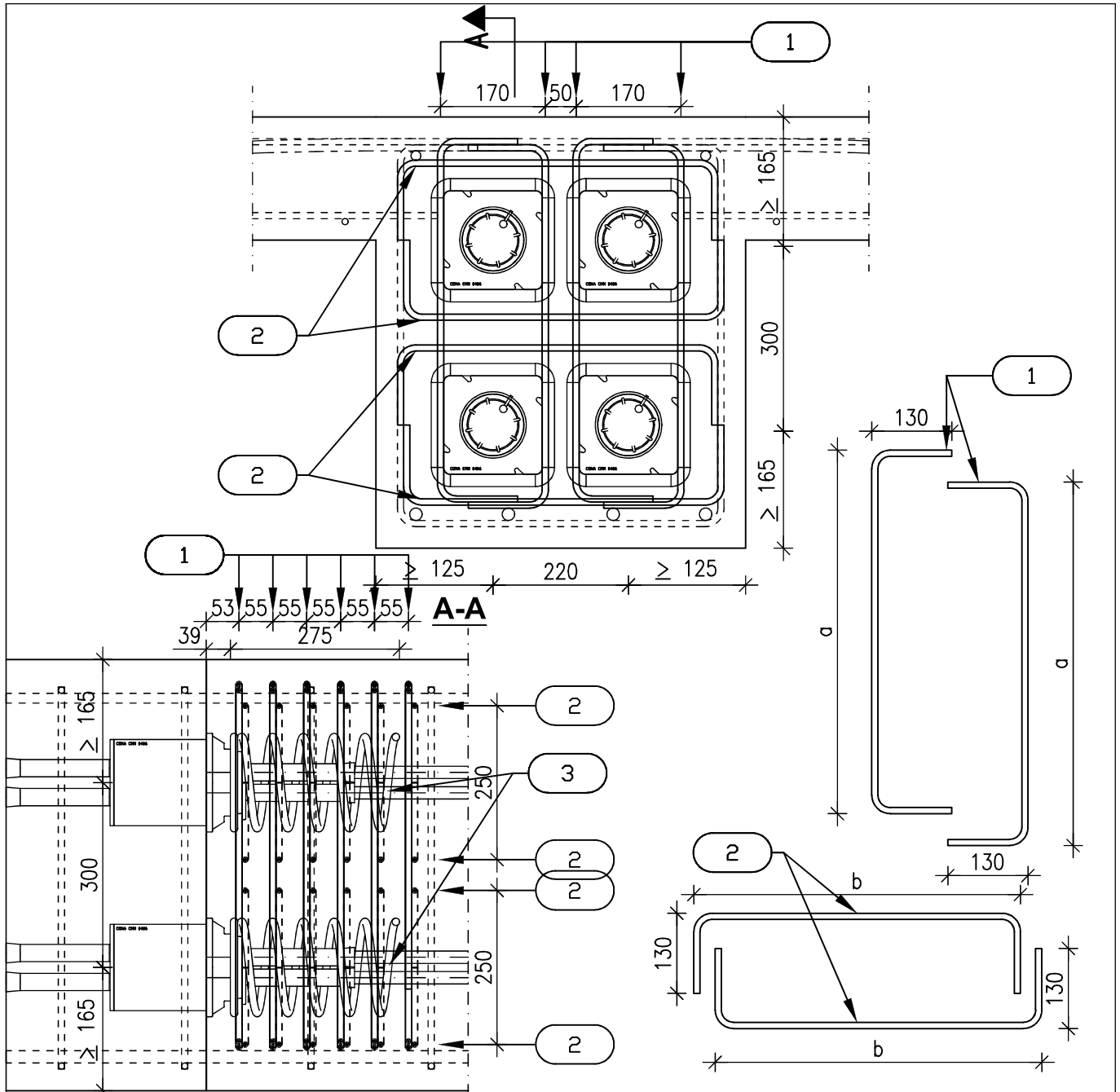


1. PAIKALLINEN HALKAISURAUDOITUS 6+6D1-T10 / ANKKURIPYSTYRIVI
- MITTA a TAPAUSKOHTAISESTI MAHDOLLISIMMAN KORKEAKSI
2. PAIKALLINEN HALKAISURAUDOITUS, 6+6D2-T10 / ANKKURIVAAKARIVI
- MITTA b TAPAUSKOHTAISESTI MAHDOLLISIMMAN LEVEÄKSI
3. HELIX-RAUDOITUS, T12,
- ULKOHALKAISUJA 160 mm
- PITUUS 275 mm
- 5+1 KIERROSTA, k50
- ANKKURIN PUOLEINEN PÄÄ HITSATTU

HUOM! PAIKALLISEN HALKAISURAUDOITUKSEN ULKOPUOLELLE MAHDOLLISETI TARVITTAVA HALKAISURAUDOITUS SUUNNITELLAAN TAPAUSKOHTAISESTI SUUNNITTELIJAN TOIMESTA.

- LISÄTIETOA KTS. BY 69

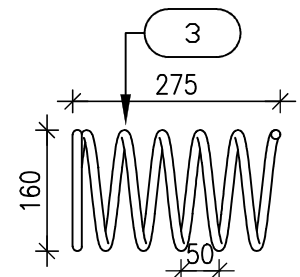




1. PAIKALLINEN HALKAISURAUDOITUS: 6+6D1-T10 / ANKKURIPYSTYRIVI
 - MITTA a TAPAUSKOHTAISESTI MAHDOLLISIMMAN KORKEAKSI
2. PAIKALLINEN HALKAISURAUDOITUS, 6+6D2-T10 / ANKKURIVAAKARIVI
 - MITTA b TAPAUSKOHTAISESTI MAHDOLLISIMMAN LEVEÄKSI
3. HELIX-RAUDOITUS, T12,
 - ULKOHALKAISIJA 160 mm
 - PITUUS 275 mm
 - 5+1 KIERROSTA, k50
 - ANKKURIN PUOLEINEN PÄÄ HITSATTU

HUOM! PAIKALLISEN HALKAISURAUDOITUKSEN ULKOPUOLELLE MAHDOLLISETI TARVITTAVA HALKAISURAUDOITUS SUUNNITELLAAN TAPAUSKOHTAISESTI SUUNNITTELIJAN TOIMESTA.

- LISÄTIETOA KTS. BY 69





Naulankanta Oy
Juvan teollisuuskatu 24
FI-02920 Espoo
+358 20 741 6080
www.naulankanta.fi

SUUNN. TYÖN NRO

PVM.

06.11.2017

PIIRTÄJÄ

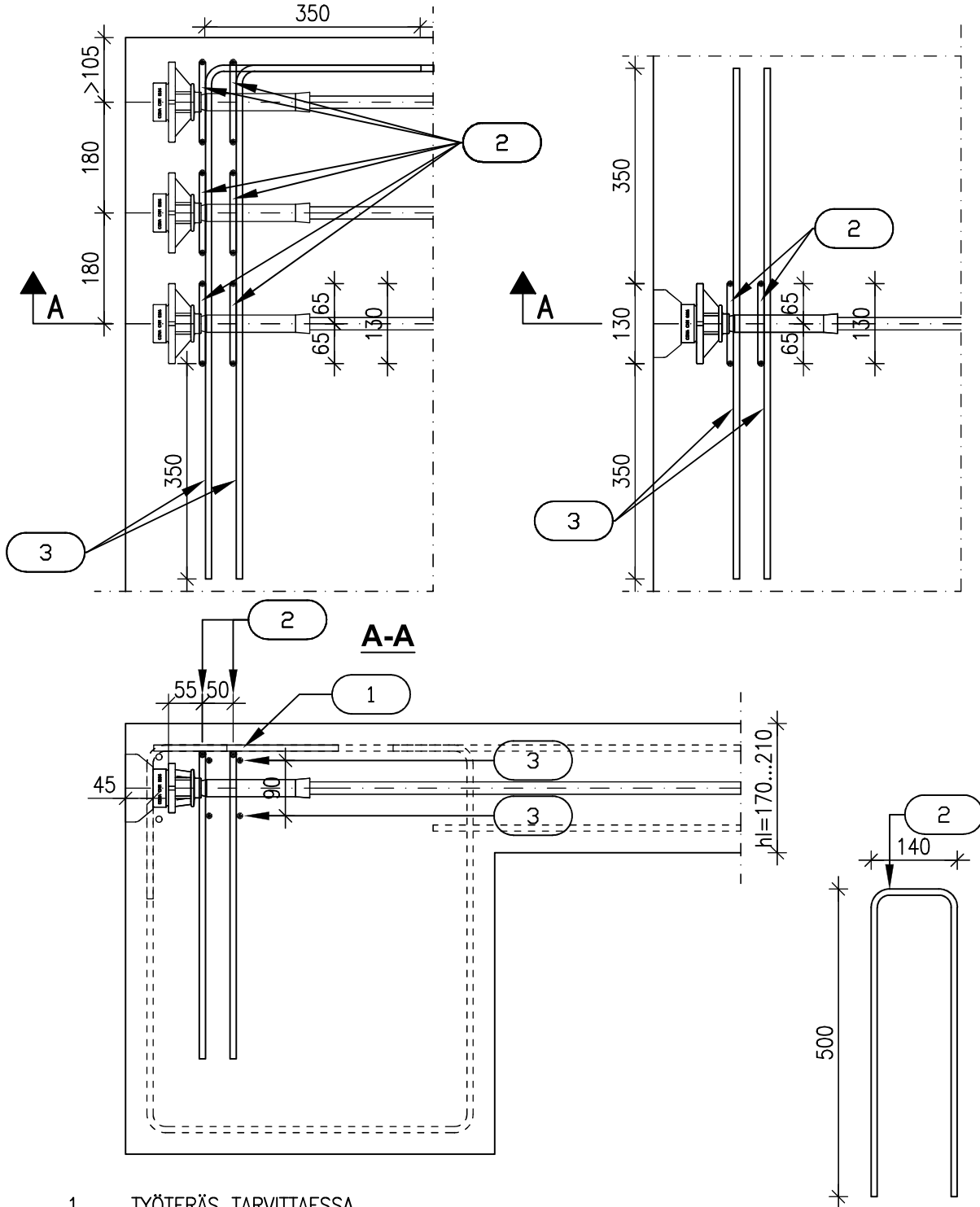
HH

DET-R17

KOHDE

SISÄLTÖ

0106 ANKKUREIDEN HALKAISURAUDOITUSMALLIT
ANKKURIT VAAKA-ASENNOSSA REUNAPALKISSA
AKTIIVI- JA PASSIIVIANKKURIT



1. TYÖTERÄS TARVITTAESSA
2. HALKAISURAUDOITUS 1+1D-T10-L(450+140+450) / ANKKURI
3. HALKAISURAUDOITUS, 2+2A-T10
 - 350 mm OHI VIIMEISESTÄ ANKKURISTA
 - JATKOSPITUUS 500 mm

HUOM! PAIKALLISEN HALKAISURAUDOITUKSEN ULKOPUOLELLE MAHDOLLISETI TARVITTAVA HALKAISURAUDOITUS SUUNNITELLAAN TAPAUSKOHTAISESTI SUUNNITTELIJAN TOIMESTA.

- LISÄTIETOA KTS. BY 69



Naulankanta Oy
Juvan teollisuuskatu 24
FI-02920 Espoo
+358 20 741 6080
www.naulankanta.fi

SUUNN. TYÖN NRO

PVM.

06.11.2017

PIIRTÄJÄ

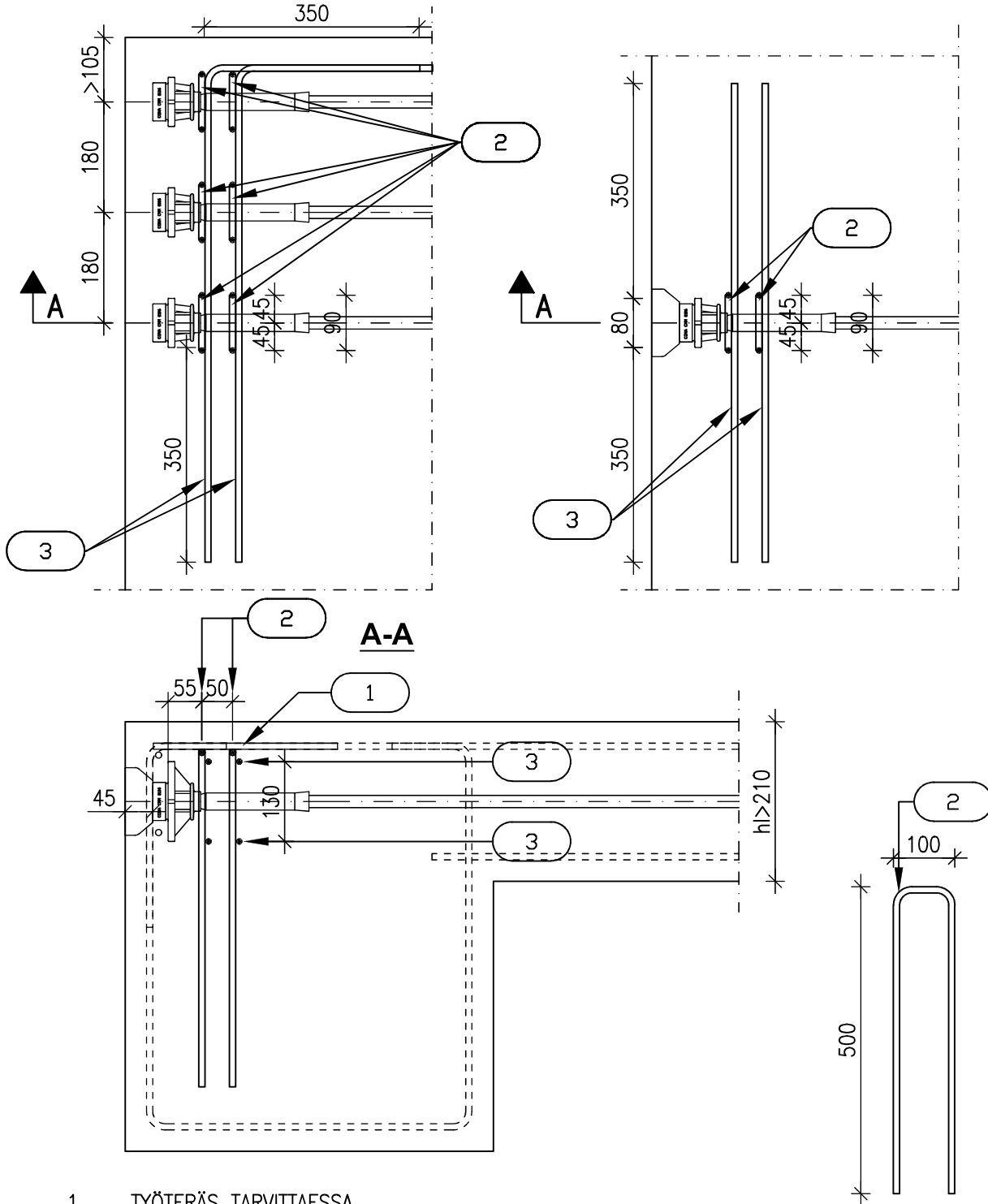
HH

DET-R18

KOHDE

SISÄLTÖ

0106 ANKKUREIDEN HALKAISURAUDOITUSMALLIT
ANKKURIT PYSTYASENNOSSA REUNAPALKISSA
AKTIIVI- JA PASSIIVIANKKURIT



1. TYÖTERÄS TARVITTAESSA
2. HALKAISURAUDOITUS 1+1D-T10-L(500+100+500) / ANKKURI
3. HALKAISURAUDOITUS, 2+2A-T10
 - 350 mm OHI VIIMEISESTÄ ANKKURISTA
 - JATKOSPITUUS 500 mm

HUOM! PAIKALLISEN HALKAISURAUDOITUKSEN ULKOPUOLELLE MAHDOLLISETI TARVITTAVA HALKAISURAUDOITUS SUUNNITELLAAN TAPAUSKOHTAISESTI SUUNNITTELIJAN TOIMESTA.

- LISÄTIETOA KTS. BY 69



Naulankanta Oy
Juvan teollisuuskatu 24
FI-02920 Espoo
+358 20 741 6080
www.naulankanta.fi

SUUNN. TYÖN NRO

PVM.

06.11.2017

PIIRTÄJÄ

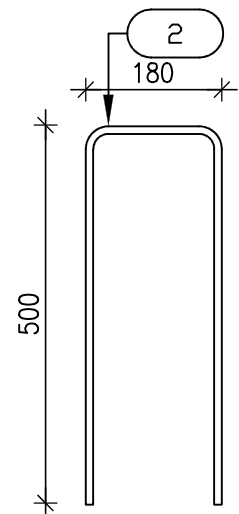
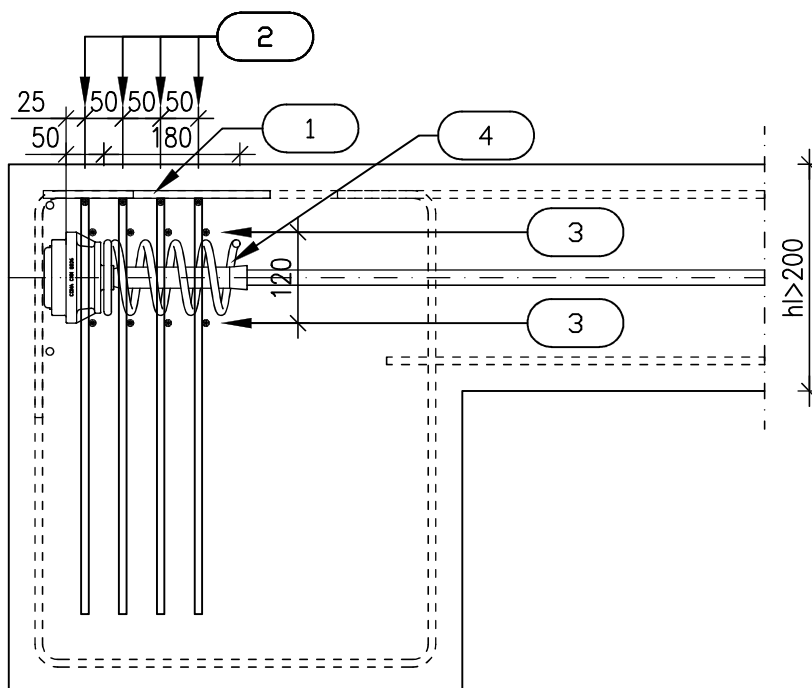
HH

DET-R19

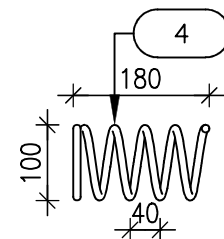
KOHDE

SISÄLTÖ

0206 ANKKUREIDEN HALKAISURAUDOITUSMALLIT
ANKKURIT REUNAPALKISSA
AKTIIVI- JA PASSIIVIANKKURIT



1. TYÖTERÄS TARVITTAESSA
2. HALKAISURAUDOITUS 4D-T10-L(500+180+500) / ANKKURI
3. HALKAISURAUDOITUS, 4+4A-T10
 - 500 mm OHI VIIMEISESTÄ ANKKURISTA
 - JATKOSPITUUS 750 mm
4. HELIX-RAUDOITUS, T10,
 - ULKOHALKAISUJA 100 mm
 - PITUUS 180 mm
 - 4+1 KIERROSTA, k40
 - ANKKURIN PUOLEINEN PÄÄ HITSATTU



HUOM! PAIKALLISEN HALKAISURAUDOITUKSEN ULKOPUOLELLE MAHDOLLISETI TARVITTAVA HALKAISURAUDOITUS SUUNNITELLAAN TAPAUSKOHTAISESTI SUUNNITTELIJAN TOIMESTA.

- LISÄTIETOA KTS. BY 69



Naulankanta Oy
Juvan teollisuuskatu 24
FI-02920 Espoo
+358 20 741 6080
www.naulankanta.fi

SUUNN. TYÖN NRO

PVM.

06.11.2017

PIIRTÄJÄ

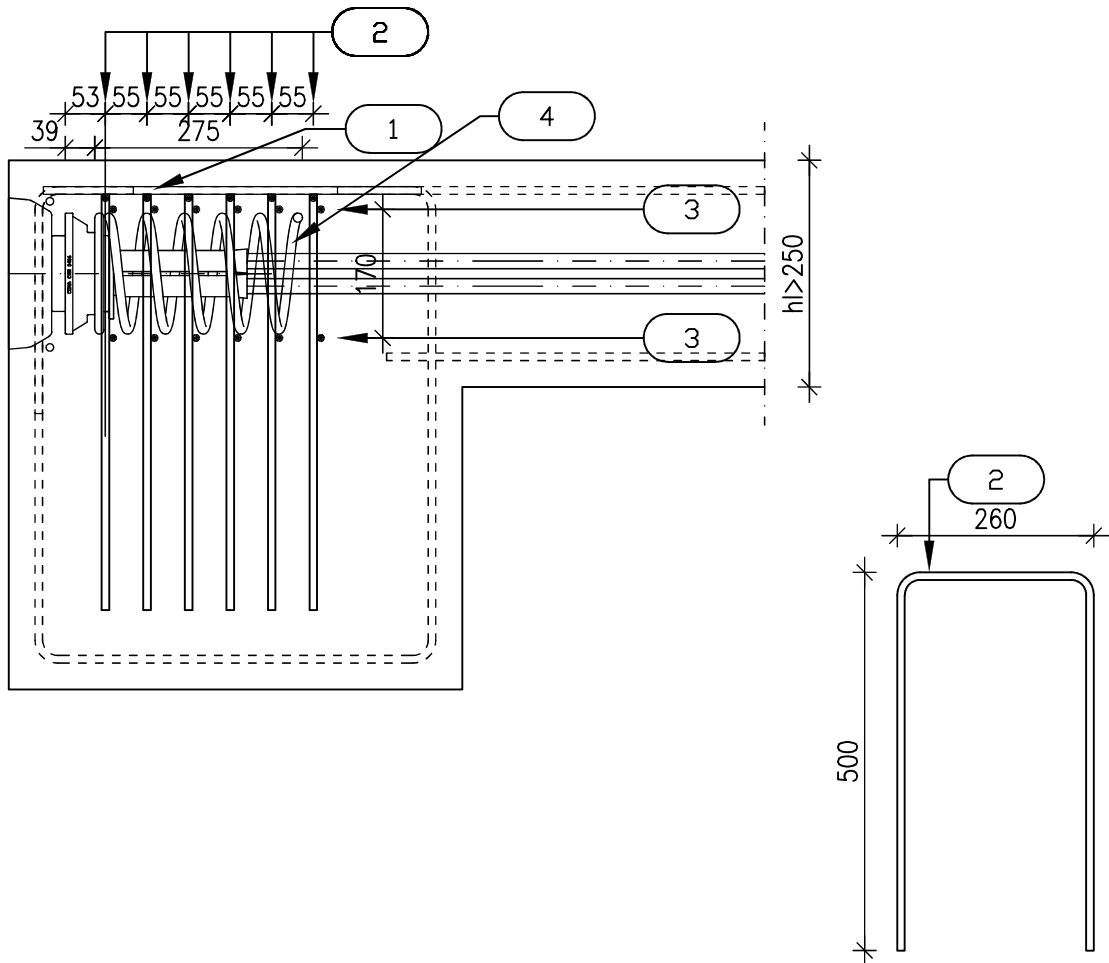
HH

DET-R20

KOHDE

SISÄLTÖ

0406 ANKKUREIDEN HALKAISURAUDOITUSMALLIT
ANKKURIT REUNAPALKISSA
AKTIIVI- JA PASSIIVIANKKURIT



1. TYÖTERÄS TARVITTAESSA
2. HALKAISURAUDOITUS 6D-T10-L(500+260+500) / ANKKURI
3. HALKAISURAUDOITUS, 6+6A-T10
 - 500 mm OHI VIIMEISESTÄ ANKKURISTA
 - JATKOSPITUUS 750 mm
4. HELIX-RAUDOITUS, T12,
 - ULKÖHALKAISIJA 160 mm
 - PITUUS 275 mm
 - 5+1 KIERROSTA, k50
 - ANKKURIN PUOLEINEN PÄÄ HITSATTU

HUOM! PAIKALLISEN HALKAISURAUDOITUKSEN ULKOPUOLELLE MAHDOLLISETI TARVITTAVA HALKAISURAUDOITUS SUUNNITELLAAN TAPAUSKOHTAISESTI SUUNNITTELIJAN TOIMESTA.

- LISÄTIETOA KTS. BY 69