

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri (AMK)

2022

Mikke Jokinen

**PARKKIHALLIN
PAIKALLAVALETUN
PIHAKANSILAATAN
RAUDOITUSSUUNNITTELU**

TURKU AMK 
TURKU UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES

Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

2022 | 37 + 17 sivua

Mikke Jokinen

PARKKIHALLIN PAIKALLA VALETUN PIHAKANSILAATAN RAUDOITUSSUUNNITTELU

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella Turkuun rakennettavan kolmen kerrostalon parkkihallin paikallavalettavan pihakansilaatan raudoitukset. Työ toteutettiin Sitowise Oy:n toimeksiantona.

Työssä käsitellään rakenteeseen kohdistuvia kuormia, rajatilamitoituksen periaatteita ja betonirakenteiden materiaaliominaisuuksia. Työhön on koottu tietoa laattarakenteiden raudoitussuunnittelusta murto- ja käyttörajatiloissa sekä laattarakenteiden tärkeimmät laskentakaavat ja raudoitusmääräykset. Työssä on esitetty esimerkkikohteen suunnitteluprosessi sekä laskennan tuloksia.

Opinnäytetyön tuloksena on syntynyt pihakansilaatan ylä- ja alapintaterästyskuvat sekä raudoitusdetaljit, joiden avulla saadaan tehtyä raudoituksen määrälaskenta ja asennettua raudoitus työmaalla.

Asiasanat:

rakennesuunnittelu, kerrostalo, FEM-Design, raudoitus

Bachelor's thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Civil Engineering

2022 | 37 + 17 pages

Mikke Jokinen

THE REINFORCEMENT OF CAST-IN-PLACE CONCRETE COVER FOR A PARKING HALL

The objective of this thesis was to design the reinforcements for the cast-in-place concrete cover of the parking hall of three apartment buildings to be built in Turku. The thesis was commissioned by Sitowise Oy.

The work deals with the loads on the structure, the principles of limit state design and the material properties of concrete structures. The thesis includes a collection of information on the reinforcement design of slab structures in ultimate and serviceability limit states, as well as important calculation formulas and reinforcement regulations for slab structures. The design process of the structure and the results of the calculation are presented in the thesis.

As a result of the thesis, the upper and the lower reinforcement drawings of the concrete cover as well as the reinforcement details were made, which can be used to calculate the amount of reinforcement and to install the reinforcement on site.

Keywords:

structural engineering, apartment building, FEM-Design, reinforcement

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	8
2 KOHTEEN TIEDOT	9
2.1 Yleistiedot	9
2.2 Runkogeometria	10
3 SUUNNITTELUPERUSTEET	12
3.1 Seuraamusluokka	12
3.2 Rajatilat	12
3.2.1 Murtorajatila	12
3.2.2 Käyttörajatila	12
3.3 Kuormat	13
3.3.1 Pysyvät kuormat	13
3.3.2 Muuttuvat kuormat	13
3.4 Kuormitusyhdistelmät	14
3.4.1 Murtorajatila	14
3.4.2 Käyttörajatila	14
3.5 Teräsbetonin ominaisuudet	15
3.5.1 Lujuus	15
3.5.2 Rasitusluokat	16
3.5.3 Suojabetoni	18
3.5.4 Suunnittelukäyttöikä	19
4 MITOITUS	20
4.1 FEM-Design	20
4.2 Laatan vähimmäisraudoitus taivutukselle	23
4.3 Murtorajatilamitoitus	23
4.3.1 Taivutusmitoitus	23
4.3.2 Leikkausmitoitus	25
4.3.3 Lävistysmitoitus	26
4.4 Käyttörajatilamitoitus	31

4.4.1 Halkeamaleveys	31
4.4.2 Taipuma	33
4.5 Laatan reunan ankkurointi	34
4.6 Reiät	35
5 YHTEENVETO	36
LÄHTEET	37

LIITTEET

- Liite 1. Vähimmäisraudoitus taivutukselle.
- Liite 2. Taivutusmitoitus.
- Liite 3. Lävistysmitoitus.
- Liite 4. Halkeamaleveys.
- Liite 5. Taipumarajatila.
- Liite 6. Peikko Designer lävistyslaskenta.
- Liite 7. Pihakansilaatan alapintaterästys.
- Liite 8. Pihakansilaatan alapintaterästys.
- Liite 9. Pihakansilaatan alapintaterästys.
- Liite 10. Pihakansilaatan alapintaterästys.
- Liite 11. Pihakansilaatan alapintaterästys.
- Liite 12. Pihakansilaatan alapintaterästys.
- Liite 13. Parkkihallin leikkaukset.

TAULUKOT

Taulukko 1. Kuormien yhdistely murtorajatilassa.	14
Taulukko 2. Kuormien yhdistely käyttörajatilassa.	14
Taulukko 3. Betonin lujuusluokat.	15
Taulukko 4. Rasitusluokkayhdistelmät.	17
Taulukko 5. Betonipeitteen vähimmäisarvo rasitusluokittain.	18
Taulukko 6. Suosituksia käyttöiän valintaan.	19
Taulukko 7. Tasapainoraudoituksen mukainen suhteellinen momentti.	24
Taulukko 8. Halkeamaleveyden raja-arvot.	31
Taulukko 9. Halkeamavälin laskennassa tarvittavat kertoimet.	32
Taulukko 10. Kertoimen K ja suhteen L/d arvot.	34

KUVAT

Kuva 1. Pihakansilaatan tasopiirustus	9
Kuva 2. Parkkihallin yläpohjarakenteen rakennetyyppi.	10
Kuva 3. Mallinnettu laatta sekä tuet.	20
Kuva 4. Kuormitustapaukset.	21
Kuva 5. Kuormitusyhdistelmät.	21
Kuva 6. Hyötykuorman "shakkilautakuormitus".	22
Kuva 7. Laatan alapinnan puuttuva y-suuntainen raudoitus.	22
Kuva 8. Kertoimen β likimääräiset arvot.	28
Kuva 9. Vapaan tuen raudoitus.	35

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on laatia rakennesuunnitelmat paikallavaltavaa parkkihallin pihakansilaattaa varten. Projektiin kuuluu myös kolmen asuinkerrostalon rakennesuunnittelu, joiden kokonaisuuteen parkkihalli kuuluu. Opinnäytetyön toimeksiantaja on Sitowise Oy, joka vastaa kohteen rakennesuunnittelusta. Kohde sijaitsee Turussa.

Rakenteen mitoituksessa käytetään apuna muun muassa StruSoftin FEM-Design 20 -laskentaohjelmaa ja Excel -laskentataulukoita. Piirustusten tekemiseen käytetään Autodeskin AutoCAD 2020 -piirto-ohjelmaa. Rakenteet mitoitetaan eurokoodien mukaisesti ja laskentamenetelmät täyttävät standardin vaatimukset.

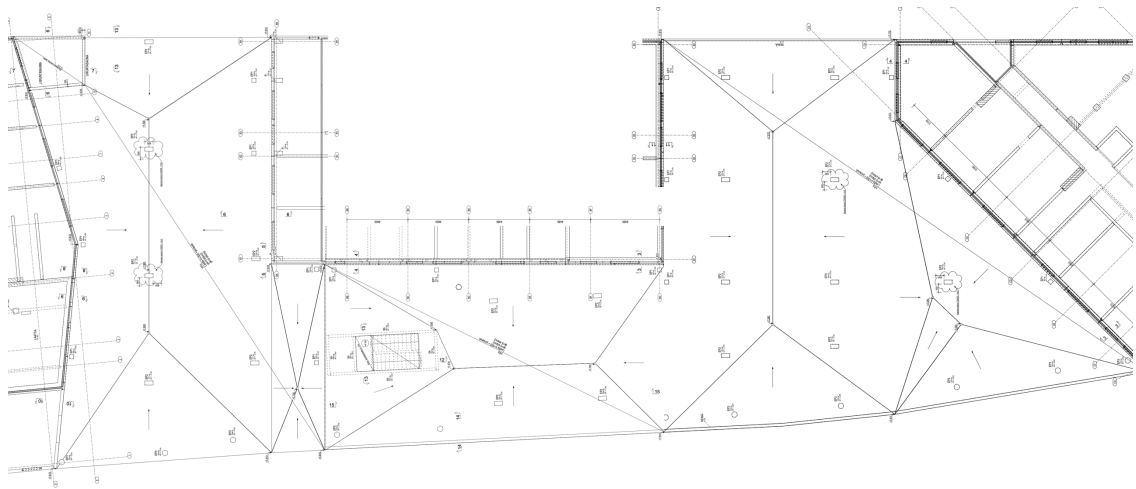
Opinnäytetyössä kuvataan raudoitus suunnitteluprosessia sekä betonirakenteiden mitoitusta. Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsitellään betonirakenteiden materiaaliominaisuuksia, rakenteisiin kohdistuvia kuormituksia sekä rajatilamitoituksen periaatteita. Lisäksi työhön kootaan laattarakenteiden tärkeimmät laskentakaavat sekä raudoitusmääräykset.

Työn lopputuloksena syntyy pihakansilaatan ala- ja yläterästyspiirustukset sekä raudoitusdetaljit. Opinnäytetyön liitteissä esitetään lopuksi opinnäytetyön kannalta olennaiset kohteen rakennesuunnitelmat.

2 KOHTEEN TIEDOT

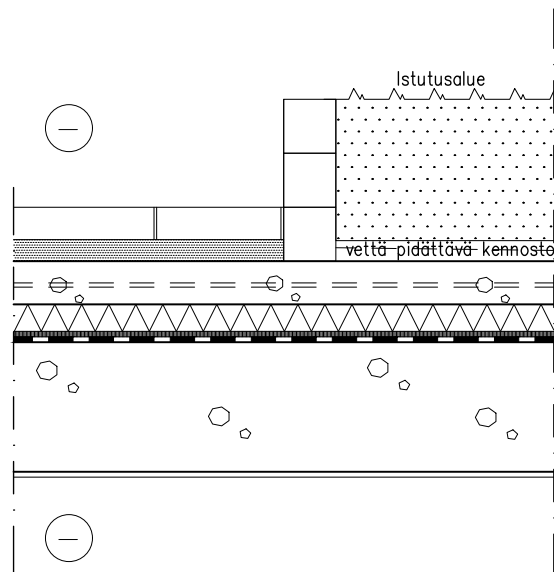
2.1 Yleistiedot

Opinnäytetyön kohteena on kolmen kerrostalon kokonaisuuteen kuuluva parkkihalli, jossa on paaluanturaperusteinen alapohja ja yläpohjana tasavahva pilari-laatta, joka muodostaa rakennusten pihakannen. Pihakannen tasopiirustus on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Pihakansilaatan tasopiirustus

Pihakannen rakennetyyppi toteutetaan käännettynä rakenteena. Käännettyssä rakenteessa vedeneristys on kantavan rakenteen päällä ja eristekerros on vedeneristyksen yläpuolella. Kantavan rakenteen päälle valetaan kallistettu pinta-laatta. Pintarakenteet ja eristekerros suojaavat vedeneristystä siihen kohdistuvilta rasituksilta ja sade- ja sulamisvesien johtaminen pintarakenteiden kautta pienentävät veden aiheuttamaa rasitusta rakenteelle. Vedeneristyksen ylösnotot viedään vähintään 300 mm ylemmäksi valmiista pinnasta. Pihakannen rakennetyyppi on esitetty kuvassa 2. (Kosteudenhallinta, 2022.)



- Pintarakenne arkkitehdin mukaan (betonikiveys tai nurmikko)
- Asennushiekka / kasvualusta, pihasuunnitelman mukaan
- Juurisuojamatto ja vettä pidättävä kennosto kasvatusaltaassa
- 80 mm teräsbetonilaatta (C30/37 XC3 XF1), keskeinen #6k150 B500K, jako sahasaumoin ~5 m x 5 m ruutuihin
- Suodatinkangas käyttöluokka 2
- 50 mm Finnfoam F-500
- Salaojamatto Enkadrain 10D
- Kumibitumikermieristys VE80R
 - K-PS 170/5000 kauttaaltaan bitumilla hitsaten
 - K-MS 170/4000 kauttaaltaan bitumilla hitsaten
 - K-MS 170/4000 kauttaaltaan bitumilla hitsaten
 - jiirivahvistuksena K-MS 170/4000 kauttaaltaan bitumilla hitsaten (2-kaistan levyisenä)
 - alustassa bitumiliuossively
- Kantava kallistettu teräsbetonilaatta rakennesuunnitelmien mukaan
- Pintakäsittely arkkitehdin mukaan

Kuva 2. Parkkihallin yläpohjarakenteen rakennetyyppi.

2.2 Runkogeometria

Pysäköintilaitoksien runkoratkaisun valintaan vaikuttavat rakenteeseen kohdistuvat kuormitukset ja sään aiheuttamat rasitukset, rakenteiden tiiviys, palonkesto ja tilojen käyttömukavuus. Käyttömukavuuden ja turvallisuuden edellytyksenä pysäköintilaitoksissa pitkät jännevälit ovat yleisiä ja runkoratkaisuina käytetään palkkikaistalla vahvennettua laattaa, tasavahvaa pilarilaattaa tai jännitettyä laattaa. Pilarit sijoitetaan pysäköintipaikkojen reunoihin ja ulkoseinälinjoihin.

Suuret hyötykuormat ja pitkät jännevälit kasvattavat pilarien kokoa, joten niiden halkaisija tai sivumitta on yleensä 500–800 mm. (RT 82-10814. 2004, 5)

Pysäköintilaitoksen ajoväylien normaali vapaa korkeus on 2,4–2,5 metriä. Laatan kaltevuus suunnitellaan 1:80. Suurella alueella laatan kaivojen sijainti on määritettävä tarkasti, ettei kallistuksen seurauksena ajoradan vapaasta korkeudesta tule liian matalaa. (RT 98-11237. 2016, 7)

Tässä kohteessa pihakansilaatta on suunniteltu tasavahvaksi pilarilaataksi, jonka paksuus on 300 mm. Laattaa kohdistuu kuormia omapaino 5 kN/m^2 , hyötykuorma 5 kN/m^2 ja työaikainen kuorma 10 kN/m^2 . Parkkihalli on irrotettu viereisistä rakennuksista liikuntasaumoilla ja laattaa kantavat betonielementtipilarit, joita on poikkileikkaukseltaan kolmea erilaista, joista pyöreän pilarin halkaisija on 400 mm, ja suorakaiteen muotoisten pilareiden mitat ovat $600 \times 300 \text{ mm}$ ja $300 \times 300 \text{ mm}$.

3 SUUNNITTELUPERUSTEET

3.1 Seuraamusluokka

Rakennuksen seuraamusluokkia ovat CC1, CC2 ja CC3. Seuraamusluokka määräytyy rakennuksen ja rakenteiden mahdollisten vaurioiden ja vikojen aiheuttamien seurausten perusteella. Seuraamusluokkaan CC3 kuuluvien rakennusten ja rakenteiden vaurioitumisella on suurimmat vahingot. Vastaavasti rakenteet, joiden mahdollinen vaurioituminen aiheuttaa vähäiset vahingot, kuuluvat CC1-luokkaan. CC2-luokan rakennuksen vaurioitumisella tai vialla on keski-suuret seuraamukset, tällöin kertoimen K_{FI} arvona käytetään 1,0. (SFS-EN 1990 + A1 + AC, 136–138).

3.2 Rajatilat

3.2.1 Murtorajatila

Murtorajatilat ovat tilanteita, joissa henkilön tai omaisuuden turvallisuus on alttiina rakenteen romahtamisen tai sitä edeltävän tilan aiheuttamalle vaaralle. Huomioitavia tilanteita ovat mm. rakenteen vaurioitumiset liiallisesta siirtymisestä, materiaalin murtumisesta, stabiiliuden menetyksestä tai tasapainon menetys, kun rakennetta tarkastellaan jäykkänä kappaleena. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 20)

3.2.2 Käyttörajatila

Käyttörajatilassa huomioitavia tilanteita ovat mm. rakenteiden ulkonäköön ja toimivuuteen sekä käyttäjien mukavuuteen vaikuttavat siirtymät ja värähtelyt. Käyttörajatila sisältää myös rakenteelliset vauriot, jotka vaikuttavat ulkonäköön, säilyvyyteen ja toimivuuteen. Halkeamanleveys- ja taipumarajatilat ovat tyypillisiä betonilaattojen ja -palkkien käyttörajatiloina. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 20)

3.3 Kuormat

3.3.1 Pysyvät kuormat

Pysyvillä kuormilla tarkoitetaan kuormia, jotka vaikuttavat rakenteeseen sen käytön aikana. Ne ovat aina samansuuruisia, eikä niiden vaikutuskohta muutu. Pysyvissä kuormissa otetaan huomioon kantavat ja ei-kantavat rakenteet sekä kiinteiden laitteiden sekä maakerroksen painot. (RIL 201-1- 2017. 2017, 64)

3.3.2 Muuttuvat kuormat

Muuttuviin kuormiin sisältyvät kaikki kuormat, jotka vaikuttavat rakennukseen tietyn ajan kuluessa eivätkä ole pysyviä. Tällaisia kuormia ovat:

- hyötykuormat
- lumikuormat
- tuulikuormat
- nosturikuormat. (RIL 201-1-2017. 2017, 64)

Rakennuksen käyttötarkoituksesta riippuen erilaisten rakenteiden kuormitusominaisuudet voivat olla erilaisia. Esimerkiksi asuinrakennuksissa hyötykuorma on pienempi kuin varastoissa tai tehtaissa. Muuttuvien kuormien arviointi sisältää enemmän epävarmuutta kuin pysyvien kuormien arviointi. Tästä syystä muuttuvien kuormien varmuustekijät ovat korkeammat kuin pysyvien kuormien kertoimet. (RIL 201-1-2017. 2017, 68–80)

Pihakannella hyötykuormia voi aiheuttaa mm. ajoneuvot, tavaroiden siirto tai ihmisten kokoontuminen. (RIL-201-1-2017, 68)

3.4 Kuormitusyhdistelmät

3.4.1 Murtorajatila

Murtorajatilassa betonirakenteita koskevat staattisen tasapainon rajatila (EQU) ja kestävyysajan rajatila (STR). Näistä kahdesta rajatilasta valitaan yhdistelmä, jolla on vaarallisin vaikutus. Taulukossa 1 on esitetty rajatiloille määritetyt kuormien osavarmuusluvut ja pienennyskertoimet. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 27)

Taulukko 1. Kuormien yhdistely murtorajatilassa.

Kuormitus-yhdistelmä	Kuormien kertoimet		
	Pysyvä	1. muuttuva	Muut muuttuvat
EQU	1,10 K_{FI} tai 0,90	1,5 K_{FI}	1,5 K_{FI} ψ_0
STR 1	1,15 K_{FI} tai 0,90	1,5 K_{FI}	1,5 K_{FI} ψ_0
STR 2	1,35 K_{FI}	0	0

3.4.2 Käyttörajatila

Käyttörajatilassa valitaan tarkasteltavana olevan rajatilan perusteella kuormitusyhdistelmä. Kuormitusyhdistelmiä ovat ominaisyhdistelmä, tavallinen yhdistelmä ja pitkäaikainen yhdistelmä. Taulukossa 2 on esitetty pysyvien kuormien osavarmuusluvut ja muuttuvien kuormien yhdistelykertoimet. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 30–31)

Taulukko 2. Kuormien yhdistely käyttörajatilassa.

Kuormitus-yhdistelmä	Kuormien kertoimet		
	Pysyvä	1. muuttuva	Muut muuttuvat
Ominaisyhdistelmä	1,0	1,0	ψ_0
Tavallinen yhdistelmä	1,0	ψ_1	ψ_2
Pitkäaikainen yhdistelmä	1,0	ψ_2	ψ_2

3.5 Teräsbetonin ominaisuudet

3.5.1 Lujuus

Betoni kestää suuria puristusrasituksia ja puristuslujuuden avulla betoni luokitellaan lujuusluokkiin. Lujuusmerkinnässä esitetään kaksi vinoviivalla erotettua luokua, jotka ovat betonin lieriölujuuden ominaisarvo f_{ck} ja betonin kuutiolujuuden ominaisarvo $f_{ck,cube}$. Betonin lujuusluokat on esitetty taulukossa 3. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 37)

Taulukko 3. Betonin lujuusluokat.

Lujuusluokka	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50
f_{ck} (MPa)	12	16	20	25	30	35	40
$f_{ck,cube}$ (MPa)	15	20	25	30	37	45	50
Lujuusluokka	C45/55	C50/60	C55/67	C60/75	C70/85	C80/95	C90/105
f_{ck} (MPa)	45	50	55	60	70	80	90
$f_{ck,cube}$ (MPa)	55	60	67	75	85	95	105

Betonin puristuslujuus määritetään lieriökokeella tai kuutiokokeella, mutta rakenteessa vaikuttavaa lujuutta pienennetään kertoimella α_{cc} johtuen kokeiden lyhyestä kestosta kuormitusaikaan verrattuna. Kertoimen arvo Suomessa on 0,85 ja puristuslujuuden mitoitusarvo on esitetty kaavassa 1. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 37–38)

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \quad (1)$$

missä α_{cc} = betonin puristuslujuuskerroin

f_{ck} = betonin puristuslujuuden ominaisarvo

γ_c = betonin materiaaliosavarmuusluku

Betoniteräksien luokitus määräytyy niiden sitkeysluokan ja myötölujuuden ominaisarvon mukaan, joita ovat 400, 500, 600, ja 700 MPa. Sitkeysluokat ovat A, B ja C, joista C on sitkein. Teräksen myötölujuuden mitoitusarvo on esitetty kaavassa 2. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 51–52)

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \quad (2)$$

missä f_{yk} = betoniteräksen myötölujuuden ominaisarvo

γ_s = betoniteräksen materiaaliosavarmuusluku

3.5.2 Rasitusluokat

Rasitusluokkien valinta määräytyy ympäröivien olosuhterasitusten mukaan. Rakenne voi tarvita useampaa rasitusluokkaa, jolloin puhutaan rasitusluokkayhdistelmistä. Rasitusluokan valinnassa ylimitoitus voi kasvattaa rakennuskustannuksia, joten liian ankaria rasitusluokkia ei ole kannattavaa valita vain varmuuden vuoksi. Lisäksi ylimitoitus voi aiheuttaa rakenteen heikentymistä esim. kasvattamalla betonipeitteen paksuutta ja siten lisäämällä halkeiluriskiä. Rasitusluokkia voi tarkastella valintakaavion (taulukko 4) avulla. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 29–31)

Taulukko 4. Rasitusluokkayhdistelmät.

Rasitusluokka-yhdistelmä	Selite
X0	Raudoittamattomat rakenteen kuivissa sisätiloissa
XC1	Raudoitetut rakenteet kuivissa sisätiloissa
XC2	Maanalaiset rakenteet, rakenne pysyy erittäin kosteana
XC3	Sateelta suojattu ulkorakenne, ei pakkasrasitusta (kosteuspitoisuus alhainen)
XC3; XF1	Sateelta suojattu pystyrakenne, pakkasrasitus
XC3,4; XF1	Osittain sateelta suojattu pystyrakenne, pakkasrasitus
XC3,4, XF3	Sateelta osittain tai kokonaan suojaamaton vaakarakenne, pakkasrasitus
XC4, XF3	Sateelle altis suojaamaton vaakarakenne, pakkasrasitus
XC3; XD1	Kloridirasitetut rakenteet sisätiloissa
XC3; XF2; XD1	Sateelta suojattu, sateelta suojaamaton tai osittain sateelta suojattu rakenne, kloridirasitus ja lievä pakkas-suolarasitus. XD-luokka on vaativampi kuin XC-luokka ja siten XC-luokalla ei ole merkitystä
XC4; XF2; XD1	
XC3,4; XF2; XD1	Sateelta suojattu, sateelta suojaamaton tai osittain sateelta suojattu rakenne, kloridirasitus ja ankara pakkas-suolarasitus. XD-luokka on vaativampi kuin XC-luokka ja siten XC-luokalla ei ole käytännössä merkitystä
XC3; XF4; XD2	
XC4; XF4; XD2	
XC3,4; XF4; XD2	
XC2; XS2	Merivedenalainen rakenne
XC3,4; XF4; XS3	Merenrannalla, roiskevyöhykkeessä oleva rakenne

3.5.3 Suojabetoni

Betonipeite on etäisyys betonin pinnan ja pintaa lähimpänä olevan raudoituksen välillä. Rakenteen suunnittelussa käytetään raudoituksen betonipeitteen nimellisarvoa c_{nom} , joka on vähimmäisarvon c_{min} sekä suunniteltaessa huomioidun mittapoikkeaman Δc_{dev} summa. Sallittu mittapoikkeama paikalla valetuissa rakenteissa on yleensä 10 mm.

Betonipeite tarvitsee riittävän suuren vähimmäisarvon, jotta varmistetaan terästen tartuntavoimien siirtyminen ja suoja korroosiota vastaan sekä riittävä palonkestävyys. (SFS-EN 1992-1-1 + A1 + AC, 49)

Taulukko 5. Betonipeitteen vähimmäisarvo rasitusluokittain.

Rasitusluokka	Betonipeitteen vähimmäisarvo 50 vuoden käyttöiälle [mm]		Betonipeitteen vähimmäisarvo 100 vuoden käyttöiälle [mm]	
	Betoni-teräs	Jänneteräs	Betoni-raudoitus	Jänneteräs
X0	10	10	10	10
XC1	10	20	10	20
XC2	20	30	25	35
XC3, XC4	25	35	30	40
XS1, XD1	30	40	35	45
XS2, XD2	35	45	40	50
XS3, XD3	40	50	45	55

3.5.4 Suunnittelukäyttöikä

Betonin käyttöikää tarkastellaan tapauskohtaisesti riippuen rakennusosasta, eikä käyttöiän valintaan ole yleistä ohjetta. Tilaaja valitsee rakennuksen tavoitekäyttöiän, jonka perusteella suunnittelija määrittää rakennukselle suunnittelukäyttöiän. Suunnittelukäyttöikä voidaan valita rakennusosille määritettyjen käyttöikäsuositusten perusteella. Haastavimmille ja kalliimmille rakennusosille määritetään suurempi käyttöikä kuin osille, jotka ovat halvempia ja vaivattomampia vaihtaa. Rakennuksen runkorakenteiden ja perustusten suunnittelukäyttöikäksi on valittava vähintään koko rakennuksen käyttöikä, joka yleisesti on 100 vuotta. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 62)

Taulukko 6. Suosituksia käyttöiän valintaan.

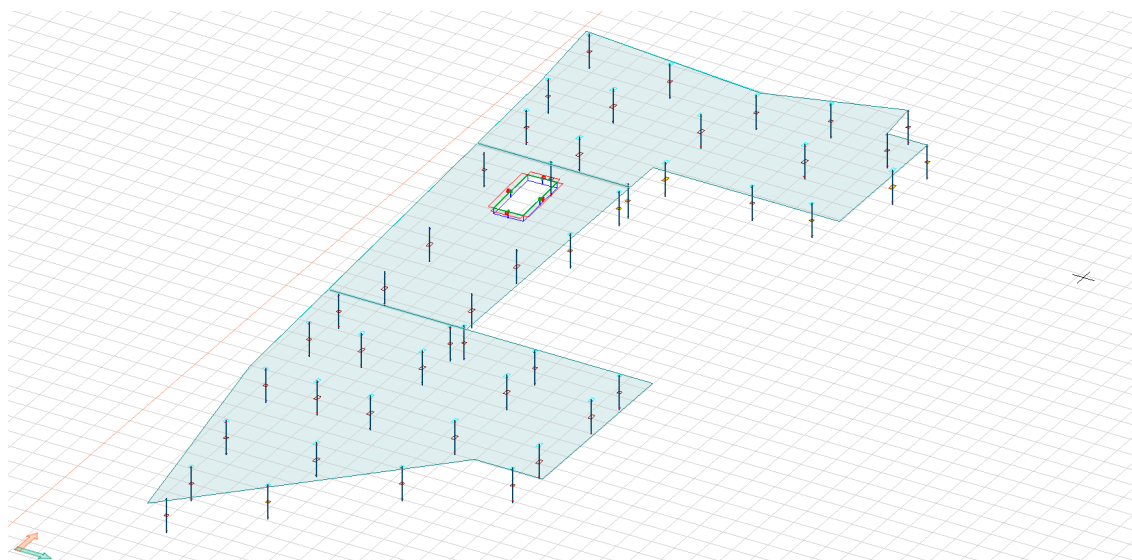
	Normaali asuin- tai toimisto- rakennus	Asuin- tai toimisto- rakennus, 100 v	Julkinen, erikois- rakennus ⁽¹⁾	Halli- tai teollisuus- rakennus	Pysäköinti- talo
RAKENNUS	50 v	100 v	200 v	50 v	50 v
Perustukset	100 v	100 v 200 v	200 v	100 v	100 v
Kantavat sisärakenteet ⁽²⁾	100 v 200 v	100 v 200 v	200 v	50 v 100 v	50 v 100 v
Kantavat ulkorakenteet	50 v 100 v	100 v	200 v 100 v	50 v	50 v 100 v
Ei-kantavat ulkorakenteet	50 v	100 v	200 v ⁽³⁾ 100 v	50 v	50 v 100 v
Vaakarakenteiden pintakerrokset					25 v ⁽⁴⁾ 50 v

4 MITOITUS

4.1 FEM-Design

Tässä opinnäytetyössä mitoitus on tehty käyttäen apuna FEM-Design 20- mitoitus- ja analysointiohjelmaa. Ohjelma on rakennesuunnittelijoiden käyttöön tarkoitettu ja sillä voidaan mitoittaa kantavia betoni-, teräs- ja puurakenteita eurokoodien ja maan kansallisten liitteiden mukaisesti. Ohjelmalla voidaan suunnitella sekä yksittäisiä rakennusten osia että kokonaisia rakennuksia. FEM-Designissa on omat ohjelmat 2D ja 3D-rakenteille. Tässä opinnäytetyössä on käytetty laatan rasiusten tarkasteluun FEM-Design Plate -ohjelmaa. (Strusoft, 2022.)

Tasopiirustusten perusteella mallinnettiin laskentaohjelmaan oikean kokoinen ja muotoinen mitoittettava rakenne sekä tuet. Tukityyppejä on kolmea erilaista: piste, viiva ja alue -tuki. Tässä työssä tuet mallinnettiin vastaamaan laatan alapuolella olevia pilareita käyttämällä pistetukia kuvan 3 mukaan. Mitoituksessa otettiin huomioon betonin sekä teräksen lujuudet, teräksen halkaisijat ja suojaetäisyydet.



Kuva 3. Mallinnettu laatta sekä tuet.

Ohjelmaan syötettiin kuvan 4 mukaisesti rakenteeseen vaikuttavat kuormitustapaukset, jotka nimettiin ja määritettiin niiden tyyppi ja kesto.

No	Name	Type	Duration class (EN 1995 1-1)
1	op2	+Struc. dead load	Permanent
2	op	+Struc. dead load	Permanent
3	hyöty	Ordinary	Permanent
4	hyöty 3	Ordinary	Permanent
5	työ	Ordinary	Permanent
6	hyöty 2	Ordinary	Permanent

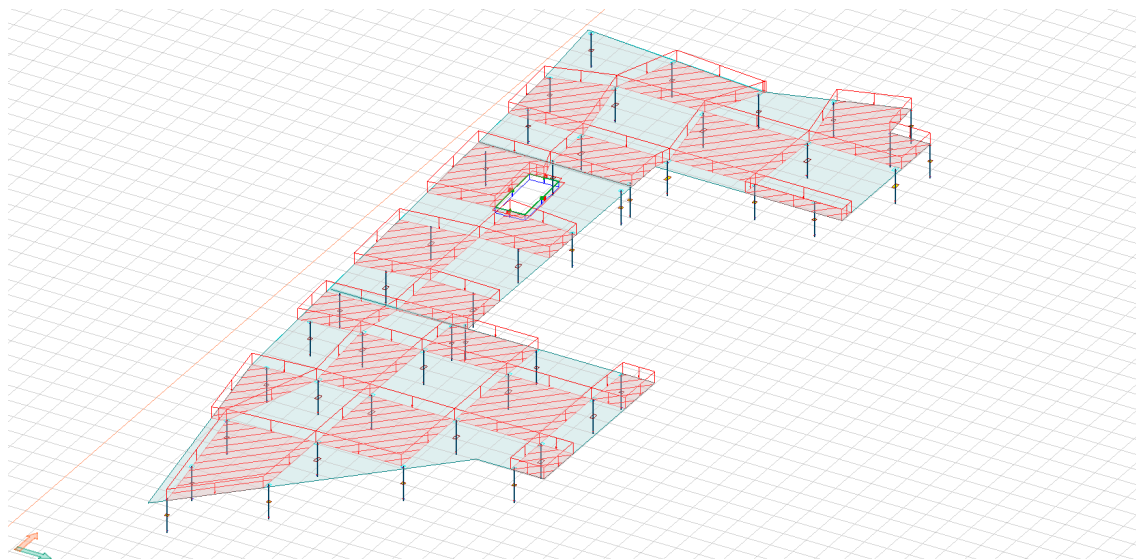
Kuva 4. Kuormitustapaukset.

Kuormitustapausten syöttämisen jälkeen määritettiin kuormitusyhdistelmät kuvan 5 mukaan. FEM-Designin tukemia kuormitusyhdistelmiä ovat murtorajatila, käyttörajatila, onnettomuus ja maanjäristys.

No	Name	Type	Factor	Included load cases
1	mrt 1	U	1.15	op
			1.50	hyöty
2	mrt työ	U	1.15	op2
			1.50	työ
3	krt	Sq	1.00	op
			1.00	hyöty
4	mrt 2	U	1.15	op
			1.50	hyöty 2
5	mrt 3	U	1.15	op
			1.50	hyöty 3
6	krt 2	Sq	1.00	op
			1.00	hyöty 2
7	krt 3	Sq	1.00	op
			1.00	hyöty 3

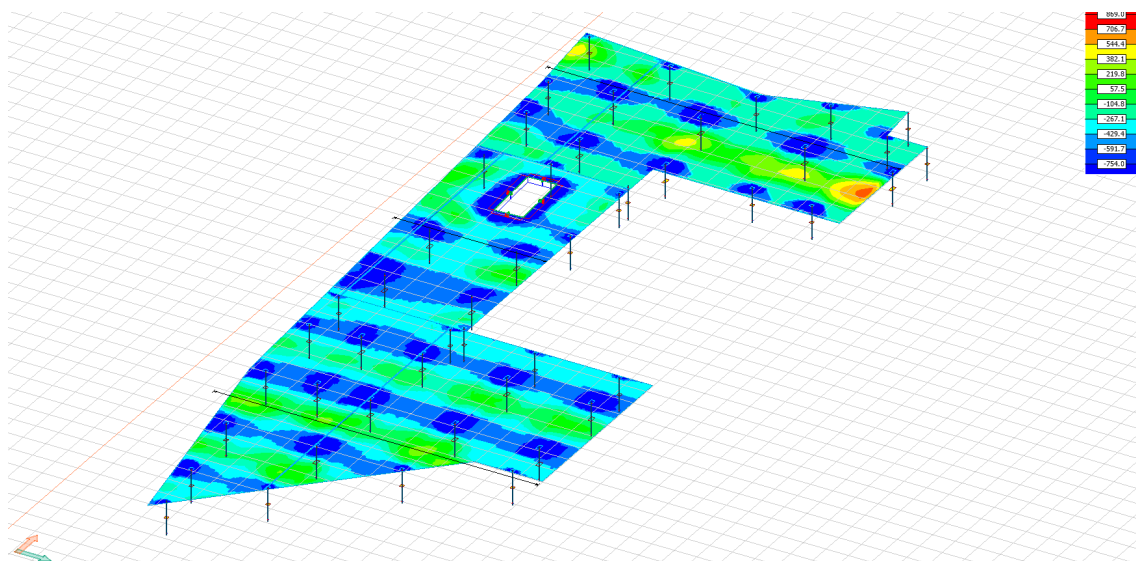
Kuva 5. Kuormitusyhdistelmät.

Kuormat syötettiin malliin valitsemalla haluttu kuormitustapaus ja joko piste-, viiva- tai neliökuorma. Mitoittavaa kuormatapausta on haettu kuormittamalla laattakenttiä kuvan 6 mukaisella hyötykuorman ”shakkilautakuormituksella”.



Kuva 6. Hyötykuorman "shakkilautakuormitus".

Ohjelmasta saadaan valittua esitetyksi värien, käyrien tai tekstin muodossa esimerkiksi vaadittava, lisätty tai puuttuva raudoitus. Laatan taivutusraudoitus on valittu tarkastelemalla ohjelman antamia puuttuvia raudoitusmääriä ja momenttirasituksia. Puuttuvaa raudoitusta tarkasteltaessa ohjelma huomioi laattaan asetetun perusraudoituksen. Laatan alapinnan puuttuva y-suuntainen raudoitus värikoodeina on esitetty kuvassa 7 ja samanlaisia tarkasteluita tehtiin laatan ylä- ja alapinnassa y- ja x-suuntiin.



Kuva 7. Laatan alapinnan puuttuva y-suuntainen raudoitus.

4.2 Laatan vähimmäisraudoitus taivutukselle

Laattoihin asennetaan vähintään taivutuksen vähimmäismäärä, joka saadaan laskettua samaa kaavaa käyttäen kuin palkeilla. Laattojen osalta tarkastellaan yleensä 1 m leveää kaistaa, näin ollen poikkileikkauksen termi b on aina 1000 mm. (SFS-EN 1992-1-1+A1+AC, 150)

Taivutuksen vähimmäisraudoitus määritetään betonin ja teräksen laadun sekä betonipeitteen paksuuden perusteella. Vähimmäisraudoituksen määrä voidaan laskea kaavalla 3. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 80)

$$A_{s,min} = \max\left(0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} d, 0.0013d\right) \quad (3)$$

missä f_{ctm} = betonin keskimääräinen vetolujuus

f_{yk} = raudoituksen myötölujuus

d = poikkileikkauksen tehollinen korkeus

Kohteen vähimmäisraudoituksen määräksi kaavaa 1 käyttäen saatiin 397 mm²/m. FEM-Designissa mallinnettuun laattaan asennettiin vähimmäisraudoituksen perusteella perusraudoitus. Perusraudoituksen perusteella määräytyvät myös muiden rautojen jakovälit, jotka on tarkoitus pitää samana tai kerrannaisena asennuksen ja tarkastuksen helpottamiseksi sekä raudoitusvirheiden välttämiseksi. Laatan vähimmäisraudoituksen laskenta on esitetty liitteessä 1.

4.3 Murtorajatilamitoitus

4.3.1 Taivutusmitoitus

Laattojen ja palkkien taivutusmitoitukset eivät juurikaan poikkea toisistaan. Laatan poikkileikkaus on yleensä vähemmän rasiitettu ja sen raudoitusaste on palkkeihin verrattuna pienempi. Raudoituksen mitoitusyhtälö on esitetty kaavassa 4,

jossa m_{Rd} on rakenteen momenttikestävyys ja m_{Ed} on mitoitusmomentti. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 48)

$$m_{Rd} \geq m_{Ed} \quad (4)$$

Mitoitusmomentin mukainen suhteellinen momentti lasketaan kaavalla 5. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 48)

$$\mu = \frac{m_{Ed}}{f_{cd}d^2} \quad (5)$$

Tarkistetaan täyttyykö yhtälön $\mu \leq \mu_{bd}$ ehto, jossa mitoitusmomentin mukaisen suhteellisen momentin on oltava pienempi kuin tasapainoraudoituksen mukainen suhteellinen momentti. Laatoilla ehto yleensä täyttyy, mutta se on syytä kuitenkin tarkastaa. Tasapainoraudoituksen mukaisen suhteellisen momentin arvot on esitetty taulukossa 7. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 48–49)

Taulukko 7. Tasapainoraudoituksen mukainen suhteellinen momentti.

Osa-varmuus	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$		$f_{yk} = 600 \text{ MPa}$		$f_{yk} = 700 \text{ MPa}$	
	β_{bd}	μ_{bd}	β_{bd}	μ_{bd}	β_{bd}	μ_{bd}
$\gamma_s=1,15$	0,493	0,372	0,458	0,353	0,428	0,336
$\gamma_s=1,10$	0,485	0,367	0,450	0,349	0,419	0,331

Ehdon täytyessä, voidaan laskea tehollisen puristusvyöhykkeen suhteellinen korkeus kaavan 6 mukaan. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 49)

$$\beta = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} \quad (6)$$

Mekaaninen raudoitussuhde ω on kaavan 7 mukainen. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 49)

$$\omega = \beta \quad (7)$$

Laatan vetoraudoituksen pinta-ala leveysyksikköä kohti lasketaan kaavalla 8. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 49)

$$A_{s.vaad} = \omega d \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \quad (8)$$

Laatan taivutusraudoitukseen kuuluu tukien yläpinnan sekä kentän alapinnan vetoraudoitus. Taivutusraudoituksen määräksi kaavaa 6 käyttäen saatiin 1107 mm²/m. Laatan alapintaan asetetaan perusraudoitus T12k150 (754 mm²/m) ruostumaton harjateräsverkko, sekä FEM-Design -laskentaohjelman avulla selvitetuille kenttämomentin huippuarvojen kohdille irtotangoista lisäraudoitus T12k150 (754 mm²/m). Laatan taivutusraudoituksen laskenta on esitetty liitteessä 2. Yläpinnan taivutusraudoitus suunnitellaan käyttämällä suurimpia tukimomenteja. Tuet, joihin kohdistuvat rasitukset ovat samaa suuruusluokkaa pyritään raudoittamaan samanlaisella raudoituksella.

4.3.2 Leikkausmitoitus

Leikkausmitoitus tehdään vain laatoille, jotka ovat viivamaisesti tuettuja, mutta myös pilareilla tuetuille laatoille, jonkin reunan ollessa viivamaisesti tuettu. Laattoja tarkastellaan yleensä leikkausraudoittamattomina. Leikkauskestävyyden tarkastelu on yleensä riittävä, kun se tehdään rasitetuimmalla tuella. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 58.)

Leikkauskestävyyden laskemiseksi on määritettävä raudoitussuhde ρ_L kaavalla 9, jossa A_{sL} on vetoraudoituksen määrä. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 58)

$$\rho_L = \frac{A_{sL}}{d} \quad (9)$$

Leikkauskestävyyden laskemista varten on laskettava myös kertoimen k arvo, joka saadaan kaavasta 10. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 58)

$$k = \min \left(1 + \sqrt{\frac{200\text{mm}}{d}}, 2,0 \right) \quad (10)$$

Leikkauskestävyyden perusarvo $v_{Rd,c0}$ on laskettu kaavalla 11. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 58)

$$v_{Rd,c0} = \frac{0,18}{\gamma_c} dk \left(100 \rho_L \frac{f_{ck}}{MPa} \right)^{1/3} MPa \quad (11)$$

Leikkauskestävyyden vähimmäisarvo $v_{Rd,cmin}$ on laskettu kaavalla 12. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 58).

$$v_{Rd,cmin} = 0,035 dk^{3/2} \sqrt{\frac{f_{ck}}{MPa}} MPa \quad (12)$$

Leikkauskestävyyden perusarvosta ja vähimmäisarvosta suurempi on valittu leikkauskestävyyden mitoitusarvoksi $v_{Rd,c}$ kaavan 13 mukaisesti. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 58)

$$v_{Rd,c} = \max(v_{Rd,c0}, v_{Rd,cmin}) \quad (13)$$

Leikkauskestävyyden mitoitusehto on esitetty kaavassa 14, jossa v_{Ed} on leikkausvoiman mitoitusarvo. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 59)

$$v_{Rd,c} \geq v_{Ed} \quad (14)$$

4.3.3 Lävistysmitoitus

Pistekuorman ja pilarin pään alueella voi tapahtua lävistysmurto, jolloin laattaan tulee kartiomainen leikkaus ja laatta menettää kantavuutensa. Laatan lävistysmurtomekanismiin vaikuttaa laatan hoikkuus, pistekuorman vaikutusalan ja laatan paksuuden suhde, taivutusraudoituksen määrä sekä leikkausraudoitus. Yleensä pyritään tekemään laatat leikkausraudoittamattomina, mutta tarvittaessa laatan kestävyyttä voidaan lisätä leikkausraudoitusta käyttämällä. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 64.)

Lävistysmitoitus tehdään kolmella tarkastuspiirillä, joita ovat perustarkastus piiri u_1 , pilarin ulkoreunan piiri u_0 ja lisätarkastuspiiri u_{out} . (Suomen Betoniyhdistys 2014, 65.)

Perustarkastuspiirin määrittämiseen käytetään tehollista d -mittaa, joka on erisuuntaisen raudoituksen d -mittojen keskiarvo. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 66.)

$$d = d_{eff} = \frac{d_y + d_z}{2} \quad (15)$$

missä d_y = y-suuntaisen raudoituksen tehollinen korkeus

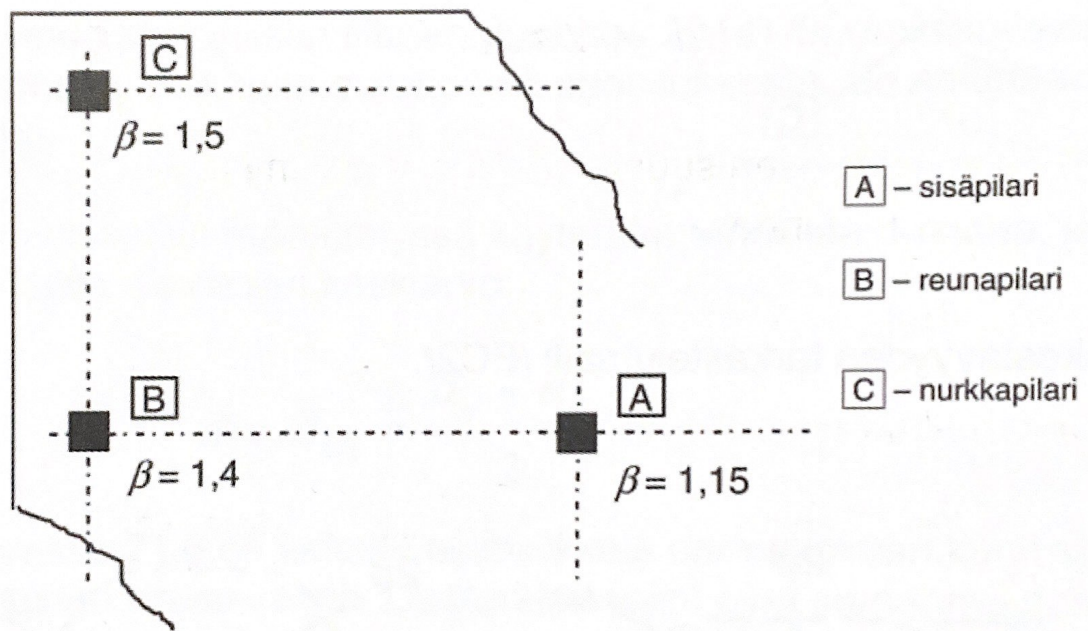
d_z = z-suuntaisen raudoituksen tehollinen korkeus

Perustarkastuspiirin pituus suorakaiteen muotoiselle pilarille on esitetty kaavassa 16 ja pyöreälle pilarille kaavassa 17. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 66)

$$u_1 = 2(c_1 + c_2) + 4\pi d \quad (16)$$

$$u_1 = \pi(D + 4d) \quad (17)$$

Epäkeskisen kuorman huomioonottava kerroin β likimääräiset arvot voidaan valita pilarin sijainnin perusteella kuvan 8 mukaan. Likimääräisiä arvoja voidaan käyttää, silloin kun rakenteiden stabiilius ei riipu pilareiden ja laattojen välisestä kehävaikutuksesta, eivätkä laatan jännepituudet eroa enempää kuin 25 %. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 68)



Kuva 8. Kertoimen β likimääräiset arvot.

Mitoitusjännitys on tarkistuspiirin leikkausjännitys, joka johtuu kokonaiskuormasta V_{Ed} . Mitoitusjännitys lasketaan kaavalla 18. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 68)

$$v_{Ed} = \beta \frac{V_{Ed}}{du_1} \quad (18)$$

Lävistyskestävyyden laskemiseksi on määritettävä geometrinen raudoitussuhde ρ_L kaavan 19 mukaan. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 69)

$$\rho_L = \min(\sqrt{\rho_{Ly}\rho_{Lz}}, 0,02) \quad (19)$$

Lävistyskestävyyden laskentaa varten on myös määritettävä kertoimien $C_{Rd,c}$ ja k arvot. Kerroin $C_{Rd,c}$ lasketaan kaavalla 20. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 70)

$$C_{Rd,c} = \frac{0,3}{\gamma_c} \cdot \frac{\left(\frac{D}{d} + 1,5\right)}{\left(\frac{D}{d} + 4\right)} \quad (20)$$

Kerroin k lasketaan kaavalla 21. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 70)

$$k = \min\left(1 + \sqrt{\frac{200mm}{d}}, 2,0\right) \quad (21)$$

Nimellinen poikkileikkaus D saadaan pyöreällä pilarilla laskemalla pyöreän pilarin halkaisija tai suorakaidepilarilla kaavalla 22. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 71)

$$D = \sqrt{c_1 c_2} \quad (22)$$

Laatan lävistyskestävyys perustarkastuspiirillä lasketaan kaavalla 23. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 69)

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} k \left(100\rho_L + \frac{f_{ck}}{MPa}\right)^{1/3} MPa \quad (23)$$

Laattaan on lisättävä leikkausraudoitus, mikäli leikkausraudoittamattoman laatan lävistyskestävyyden ehto ei täyty. Leikkausraudoituksen ulottuma selvitetään määrittämällä lisätarkastuspiiri, jonka pituudesta lasketun jännityksen on alitettava leikkausraudoitetun laatan lävistyskestävyys $V_{Rd,cs}$ ja toteutettava ehto $V_{Rd,cs} \geq V_{Ed}$. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 66, 71)

Laatan lävistyskestävyyttä voidaan lisätä leikkausraudoituksella, jos kaavassa 24 esitetyn leikkausraudoitetun laatan lävistyskestävyyden enimmäisarvo $V_{Rd,max}$ ylittää kokonaiskuorman V_{Ed} . (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 71)

$$v_{Rd,max} = 1,6v_{Rd,c} \frac{u_1 d}{\beta} \quad (24)$$

Leikkausraudoittamalla lävistyskestävyyttä parannetun laatan laskennassa on otettu huomioon kansallisessa liitteessä esitetty $v_{Rd,c}$ -arvoa pienentävä kerroin. (SFS-EN 1992-1-1+A1+AC, 27)

Leikkausraudoitetun laatan lävistyskestävyys $v_{Rd,cs}$ lasketaan kaavalla 25.
(Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 72)

$$v_{Rd,cs} = 0,167v_{Rd,c} + 1,5 \left(\frac{d}{s_r} \right) A_{sw} f_{ywd,ef} \left(\frac{1}{u_1 d} \right) \sin \alpha \quad (25)$$

missä A_{sw} = pilaria ympäröivän yksittäisen leikkausraudoituskehän raudoituksen ala

s_r = leikkausraudoituskehien säteittäinen väli

α = leikkausraudoituskehien ja laatan tason välinen kulma

$f_{ywd,ef}$ = lävistysraudoituksen tehollinen mitoituslujuus

Lävistysraudoituksen tehollinen mitoituslujuus $f_{ywd,ef}$ lasketaan kaavalla 26.
(Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 71)

$$f_{ywd,ef} = \min \left(250 + 0,25 \left(\frac{d}{mm} \right) MPA, f_{ywd} \right) \quad (26)$$

Laatan leikkausraudoitus asetetaan kaavalla 27 lasketun lisätarkastuspiiriin $u_{out,ef}$ ja pilarin väliselle alueelle. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 72)

$$u_{out,ef} = \beta \frac{V_{Ed}}{v_{Rd,c} d} \quad (27)$$

Leikkausraudoittamattoman laatan lävistyskestävyys tarkasteltavan pilarin alueella on esitetty käsinlaskennalla liitteessä 3, jonka mukaan laattaan on lisättävä leikkausraudoitus. Kohteeseen on suunniteltu Peikon PSB-lävistysraudoitusjärjestelmä, joka on laskettu Peikko Designer -suunnitteluohjelmaa apuna käyttäen. Peikko Designer -laskenta on esitetty liitteessä 6, jossa riittävä raudoitusta on saavutettu käyttämällä lävistysraudoitusta 12xPSB-16/245-2/380 (95/190/95) & 12xPSB-16/245-3/570 (95/190/190/95), jolloin lävistysraudoituksen kokonaiskestävyys on 1988,7 kN.

4.4 Käyttörajatilamitoitus

4.4.1 Halkeamaleveys

Betoniin tulee halkeamia, kun vetojännitys on betonin vetolujuutta suurempi. Vetojännitys voi olla ulkoisten kuormitusten tai sisäisten pakkovoimien, kuten kutistuman aiheuttamaa. Betonirakenteiden halkeilua rajoitetaan rakenteen säilyvyyden ja ulkonäön vuoksi. Halkeilu aiheuttaa betonin karbonatisoitumisen nopeutumista ja tekee kloridien tunkeutumisen rakenteeseen helpommaksi. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 210–211)

Rakenteen säilyvyyden kannalta on tärkeää, että betonipeite on tarpeeksi paksu ja tiivis sekä, että leveiden halkeamien syntymistä rajoitetaan. Rasitusluokissa XD ja XS, on halkeamaleveyden rajoittaminen erityisen tärkeää. Halkeamaleveyden raja-arvot pitkäaikaiskuormille on esitetty taulukossa 8. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 211)

Taulukko 8. Halkeamaleveyden raja-arvot.

Rasitusluokka	Halkeamaleveys w_{\max} (mm) pitkäaikainen kuormitusyhdistelmä
X0, XC1	0,4
XC2, XC3, XC4, XD1, XS1	0,3
XD2, XD3, XS2, XS3	0,2 (0,3)

Mitoituksessa käytetään halkeamavälin enimmäisarvoa $S_{r,max}$, joka saadaan kaavasta 28. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 213)

$$S_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \frac{\sigma}{\rho_{p,eff}} \quad (28)$$

Halkeamavälin laskemiseen tarvittavat kertoimet saadaan taulukosta 9.

Taulukko 9. Halkeamavälin laskennassa tarvittavat kertoimet.

Kerroin	Kertoimen arvo	Selite
k_1	0,8	hyvä tartunta
	1,6	huono tartunta (lähes sileä)
k_2	0,5	taivutus
	1,0	suora veto
k_3	3,4	kansallisesti valittava kerroin
k_4	0,425	kansallisesti valittava kerroin

Halkeamavälin enimmäisarvon laskemiseksi on laskettava tehollinen raudoitus-ala kaavasta 29. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 213)

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}} \quad (29)$$

missä A_s = tehollisella vetoalueella olevan raudoituksen pinta-ala

$A_{c,eff}$ = tehollisen vetoalueen pinta-ala

Kuorman vaikutusajasta riippuva kerroin k_t on lyhytaikaiselle kuormalle 0,6 ja pitkäaikaiselle 0,4. Raudoituksen ja betonin venymäero $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$ lasketaan kaavalla 30. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 214)

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \quad (30)$$

missä k_t = kuorman vaikutusajasta riippuva kerroin

α_e = kimmokertoimien suhde

σ_s = raudoituksen jännitys halkeamassa

Halkeamaleveyden arvoa verrataan taulukon 5 raja-arvoihin. Mitoitusehto täyttyy, jos halkeamaleveyden arvo on pienempi kuin raja-arvo. Halkeamaleveyttä voidaan tehokkaimmin pienentää raudoitusta lisäämällä. Halkeamaleveyden ominaisarvo lasketaan kaavalla 31. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 219)

$$w_k = S_{r,max}(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \quad (31)$$

missä ε_{sm} = raudoituksen venymä

ε_{cm} = betonin venymä

Halkeamaleveydeksi saatiin kaavaa 15 käyttäen arvo 0,15 mm, joka jää halkeamaleveyden raja-arvoa pienemmäksi. Halkeamaleveyden laskenta on esitetty liitteessä 4.

4.4.2 Taipuma

Palkki- ja laattarakenteiden taipuman laskentamenetelmät ovat samanlaisia. Eurokoodissa ei olla annettu rakennusosan taipumalle ehdotonta ylärajaa, mutta taipumarajaksi pitkäaikaisille kuormille suositellaan kaavan 32 mukaista arvoa a_{max} , jossa L on jännemitta. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 225)

$$a_{max} = \frac{L}{250} \quad (32)$$

Rakenteen taipuma on sallitussa rajassa, sen jännemitan ja tehollisen korkeuden suhteen alittaessa kaavojen 33 ja 34 arvot. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 226)

$$\frac{L}{d} = K \left(11 + 1,5 \sqrt{\frac{f_{ck}}{MPa} \frac{\rho_0}{\rho}} + 3,2 \sqrt{\frac{f_{ck}}{MPa} \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2}} \right) \quad (33)$$

$$\frac{L}{d} = K \left(11 + 1,5 \sqrt{\frac{f_{ck}}{MPa} \frac{\rho_0}{\rho - \rho'}} + \frac{1}{12} \sqrt{\frac{f_{ck}}{MPa}} \sqrt{\frac{\rho'}{\rho_0}} \right) \quad (34)$$

Kertoimen K arvot suomen kansallisen liitteen mukaan ja suhteen L/d valmiiksi laskettuja arvoja on esitetty taulukossa 10. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 227)

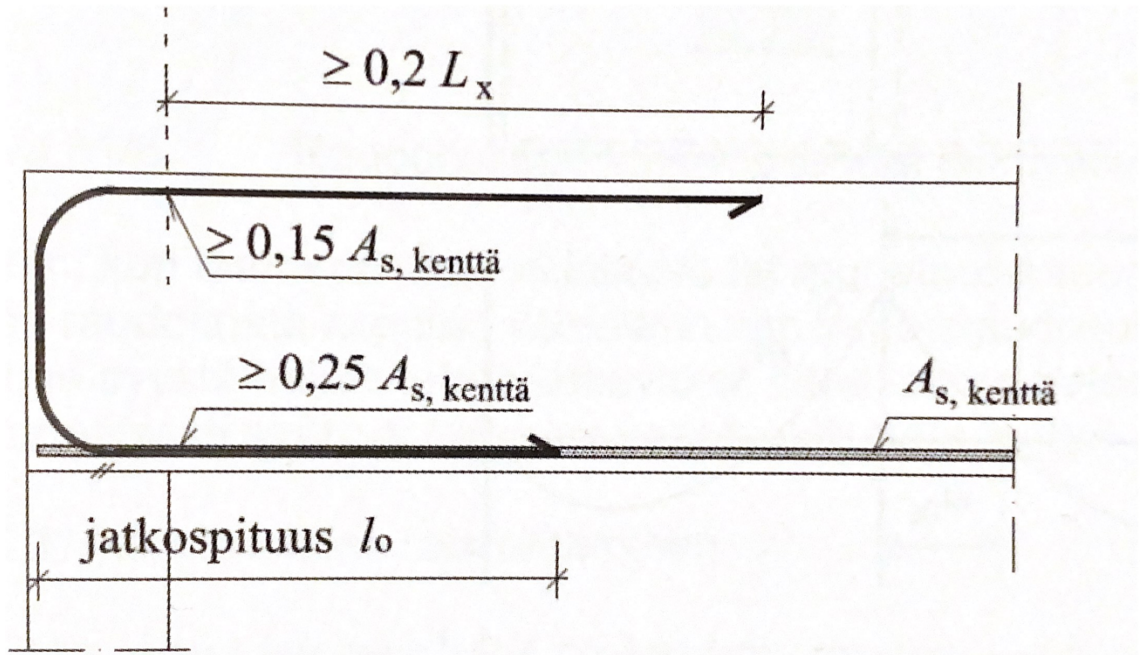
Taulukko 10. Kertoimen K ja suhteen L/d arvot.

Rakennejärjestelmä	K	L/d					
		$\rho = 1,5 \%$			$\rho = 0,5 \%$		
		C30	C40	C50	C30	C40	C50
Vapaasti tuettu palkki	0,8	11	12	13	16	18	26
Jatkuvan palkin reuna- rakentä	1,0	14	15	16	20	23	32
Jatkuvan palkin keskikenttä	1,2	17	18	19	24	28	38
Uloke	0,3	4	5	5	6	7	10

Yleisesti taipuman tarkan arvon laskentaan käytetään mitoitusohjelmia. Tässä työssä määritettiin käsilaskennalla vain taipumarajatila, joka on esitetty liitteessä 5. Käsinlaskennalla todetaan, että rakenteen taipuma tarkasteltavalla alueella on sallituissa rajoissa.

4.5 Laatan reunan ankkurointi

Laatta toimii vaakasuuntaisia kuormia siirtävänä jäykistävänä rakenneosana, jonka vapaaseen reunaan kohdistuu vetorasituksia. Tästä syystä on järkevää sijoittaa laatan vapaaseen reunaan koko matkalle poikittaisilla sidetangoilla sidottu hakamainen raudoite kuvan 9 mukaisesti.



Kuva 9. Vapaan tuen rauditus.

Vapaan reunan hakarautoite on mitoitettava kiinnitysmomentille, jonka arvona käytetään vähintään 15 % laatan maksimikenttämomentista. Kiinnitysmomentin edellyttämän raudoituksen tulee jatkoa tuen reunan etäisyydestä 0,2 kertaa kentän lyhyemmän jännemitan L_x verran. Alapinnassa hakarautoitteen on ankkuroitettava vähintään jatkopituuden l_0 verran. Hakarautoitteen jakoväli voi olla enintään pienempi arvoista 3h ja 400 mm. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 83)

4.6 Reiät

Laatan reikien ja aukkojen koot ovat yleensä vaihtelevia. Reikiä tulee muun muassa laatan läpivienneistä, viemäreistä ja sähköputkista. Reikä on pieni, jos se on enintään 1/5 laatan jännemitasta. Pienen reiän takia katkeava rauditus siirtyy reiän sivuille ja kulkee reiän sivujen yli ankkurointipituuden verran. Suuria sekä tukien lähellä sijaitsevia reikiä tarkastellaan tapauskohtaisesti. Tässä kohteessa pieniä reikiä olivat sadevesikaivot. (Suomen Betoniyhdistys ry 2015, 86)

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia rakennesuunnitelmat paikallavalettavaa parkkihallin pihakansilaattaa varten ja koota materiaalia laattarakenteiden suunnittelusta sekä raudoitusmääräyksistä. Työssä on esitetty yleisesti betonirakenteiden materiaaliominaisuuksia, rakenteisiin kohdistuvia kuormituksia sekä rajatilamitoituksen periaatteita. Työhön tarvittava materiaali koottiin perehtymällä kirjallisuuteen ja eurokoodeihin.

Työssä käytettiin FEM-Design 20 -laskentaohjelmaa sekä Excel-laskentataulukoita. FEM-Design-laskentaohjelmasta saatuja tuloksia käytettiin Excel-taulukkolaskennan lähtöarvoina. Rakennesuunnittelijan uran alkuvaiheessa on hyvä opetella laskemaan käsin, jotta saadaan hyvä peruskäsitys siitä, mistä laskentaohjelmien tulokset ovat peräisin. Käsinlaskenta on kuitenkin huomattavasti työläämpää kuin taulukkomitoitus. Rakenteet mitoitettiin eurokoodien mukaisesti ja laskentamenetelmät täyttivät laskentaperiaatteet ja -vaatimukset.

Työn tekeminen opetti paljon uutta betonirakenteiden suunnittelusta ja FEM-Design -ohjelman käytöstä. Työn lopputuloksena syntyi pihakansilaatan ala- ja yläterästyspiirustukset sekä raudoitusdetaljit, joiden avulla pystytään tekemään raudoituksen määrälaskenta sekä työmaalla raudoituksen asennus.

LÄHTEET

Betonirakenteiden suunnittelun oppikirja By211, Osa 1. 2013. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys ry.

Betonirakenteiden suunnittelun oppikirja By211, Osa 2. 2014. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys ry.

Betonin valinta ja käyttöikäsuunnittelu – opas suunnittelijoille By68. 2016. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys ry.

RIL 201-1-2017, Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. 2017. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RT 82-10814. 2014. Paikallavaletut betonirunkorakenteet. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 98-11237. 2016. Pysäköintilaitokset. Helsinki: Rakennustieto Oy.

SFS-EN 1990 + A1 + AC. Eurokoodi: Rakenteiden suunnitteluperusteet. Helsinki: Suomen standarditoimistoliitto SFS ry.

SFS-EN 1992-1-1 + A1 + AC. Eurokoodi 2: Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1-1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt. Helsinki: Suomen standarditoimistoliitto SFS ry.

Strusoft 2022. <https://strusoft.com/software/3d-structural-analysis-software-fem-design/> [Viitattu 15.02.2022]

Kosteudenhallinta 2022. <http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakenteet/erityis-tilat/pihakannet-ja-terassit> [Viitattu 19.02.2022]

Lähtöarvot

$$h := 300 \text{ mm}$$

Laatan korkeus

$$c_{nom} := 30 \text{ mm}$$

Betonipeite

Materiaaliominaisuudet

Betoniteräs B500B

$$f_{yk} := 500 \text{ MPa}$$

Betoniteräksen myötölujuus

$$\phi := 12 \text{ mm}$$

Betoni C30/35

$$f_{ck} := 30 \text{ MPa}$$

Betonin puristuslujuuden ominaisarvo

$$f_{ctm} := 0.3 \cdot \left(\frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot \text{MPa} = 2.9 \text{ MPa}$$

Betonin keskimääräinen vetolujuus

Poikkileikkaussuureet

$$d := h - c_{nom} - \frac{1.1 \cdot \phi}{2} = 263.4 \text{ mm}$$

Poikkileikkauksen tehollinen korkeus

$$A_{s,min} := \max \left(0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} d, 0.0013 d \right) = 397 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

Laatan vähimmäisraudoituksen määrä

Lähtöarvot

$$f_{yd} = 434.8 \text{ MPa}$$

Betoniteräksen myötölujuuden mitoitussarvo

$$f_{cd} = 17 \text{ MPa}$$

Betonin puristuslujuuden mitoitussarvo

$$d = 263.4 \text{ mm}$$

Poikkileikkauksen tehollinen korkeus

$$b := 1000 \text{ mm}$$

Poikkileikkauksen leveys

$$M_{Ed} := 120 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Mitoitusmomentti

Mitoitus

$$\mu := \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = 0.102$$

Suhteellinen momentti

$$\beta := 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu} = 0.108$$

Tehollisen puristusvyöhykkeen suhteellinen korkeus

$$\beta < \beta_{bd}$$

$$\omega := \beta$$

Mekaaninen raudoitussuhde

$$A_{s.vaad} := \omega \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 1107 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

Vetorausoituksen pinta-ala metrille

$$A_{s.vaad} := \max(A_{s.vaad}, A_{s.min}) = 1107 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$A_{s.vaad} = 1107 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \geq A_{s.min} = 397 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

Vaadittu vetorausoituspinta-ala

Laattaan asetetaan perusrudoitus T12k150 ruostumaton harjateräsverkko sekä kenttämomentin huippuarvojen kohdille irtotangoista lisäraudoitus T12k150.

Lähtöarvot

$$c_1 := 600 \text{ mm}$$

Pilarin sivumitta, suunta y

$$c_2 := 300 \text{ mm}$$

Pilarin sivumitta, suunta z

$$V_{Ed} := 1537 \text{ kN}$$

Lävistysvoima

$$d_y := h - c_{nom} - \frac{1.1 \cdot \phi}{2} = 263.4 \text{ mm}$$

Tehollinen korkeus, suunta y

$$d_z := h - c_{nom} - 1.1 \cdot \phi - \frac{1.1 \cdot \phi}{2} = 250.2 \text{ mm}$$

Tehollinen korkeus, suunta z

$$d := \frac{d_y + d_z}{2} = 256.8 \text{ mm}$$

Tehollinen korkeus

$$\rho_{Ly} := \frac{A_{sy}}{d_y \cdot (6d + c_1)} = 0.00468$$

Suhteellinen raudoitusalala, suunta y

$$\rho_{Lz} := \frac{A_{sz}}{d_z \cdot (6d + c_2)} = 0.00573$$

Suhteellinen raudoitusalala, suunta z

$$\rho_L := \frac{\rho_{Ly} + \rho_{Lz}}{2} = 0.00521$$

Suhteellinen raudoitusalala

$$\beta := 1.15$$

Epäkeskisyyden huomioonottava kerroin, keskipilarille

Mitoitusjännitys

$$u_1 := 2(c_1 + c_2) + 4 \cdot \pi \cdot d = 5.03 \text{ m}$$

Perustarkastuspiirin pituus

$$v_{Ed} := \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{d \cdot u_1} = 1.369 \text{ MPa}$$

Mitoituskuorma perustarkastuspiirillä

$$D := \sqrt{c_1 \cdot c_2} = 424.3 \text{ mm}$$

Nimellinen poikkileikkaus

$$C_{Rd,c} := \frac{0.3}{1.5} \cdot \frac{\left(\frac{D}{d} + 1.5\right)}{\left(\frac{D}{d} + 4\right)} = 0.112$$

Leikkausvoimakerroin

$$k := \min\left(1 + \sqrt{200 \frac{\text{mm}}{d}}, 2.0\right) = 1.88$$

Kerroin

$$v_{Rd,c} := C_{Rd,c} \cdot k \cdot \left(100 \rho_L \frac{f_{ck}}{\text{MPa}}\right)^{\frac{1}{3}} \text{ MPa} = 0.525 \text{ MPa}$$

Lävistyskestävyys perustarkastuspiirillä

Mitoitusehto

$$v_{Rd,c} = 0.525 \text{ MPa}$$

<

$$v_{Ed} = 1.369 \text{ MPa}$$

Vähimmäisraudoitusvaatimus

Laatan lävistyskestävyys ei riitä. Laattaan on suunniteltu Peikon PSB-lävistysraudoitusjärjestelmä, joka on laskettu Peikko Designer -suunnitteluohjelmaa apuna käyttäen. Peikko Designer -laskenta on esitetty liitteissä.

Lähtöarvot

$$h := 300 \text{ mm}$$

Palkin korkeus

$$b := 1000 \text{ mm}$$

Palkin leveys

$$c_{nom} := 30 \text{ mm}$$

Betonipeite

$$d_g := 16 \text{ mm}$$

Runkoaineen maksimikoko

$$\varphi := 1.6$$

Virumaluku

$$\psi_2 := 0.3$$

Muuttuvan kuorman pitkäaikaisosuus

$$\phi := 16 \text{ mm}$$

Materiaaliominaisuudet

Betoniteräs B500B

$$f_{yk} := 500 \text{ MPa}$$

$$E_s := 200 \text{ GPa}$$

Betoni C30/35

$$f_{ck} := 30 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} := f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 38 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} := 0.3 \text{ MPa} \cdot \left(\frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} = 2.9 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk} := 0.7 f_{ctm} = 2.03 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} := 22 \text{ GPa} \cdot \left(\frac{f_{cm}}{10 \text{ MPa}} \right)^{0.3} = 32.8 \text{ GPa}$$

$$E_{c,eff} := \frac{E_{cm}}{1 + \varphi} = 12.6 \text{ GPa}$$

$$\alpha_e := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.09$$

$$\alpha_{e,eff} := \frac{E_s}{E_{c,eff}} = 15.84$$

Poikkileikkaussuureet

$$d := h - c_{nom} - \frac{1.1 \cdot \phi}{2} = 261 \text{ mm}$$

Tehollinen korkeus

$$A_{s,tot} := 2093 \text{ mm}^2$$

Raudoituksen pinta-ala

$$\rho := \frac{A_{s,tot}}{b \cdot d} = 0.00801$$

Suhteellinen raudoitusala

$$W := \frac{b \cdot h^2}{6} = 15000000 \text{ mm}^3$$

Taivutusvastus

Halkeamaleveyden raja-arvo

$$w_{max} := 0.2 \text{ mm}$$

Mitoituskuormat

$$M_{Ek} := 89 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Eqp} := 89 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Halkeilukestävyys

$$f_{ct,eff} := f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$$

Vetolujuuden tehollinen arvo

$$M_{R,cr} := f_{ct,eff} \cdot W = 43.4 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Halkeilumomentti

Mitoitusehto

$$M_{Ek} = 89 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad > \quad M_{R,cr} = 43.45 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \Rightarrow \text{Palkki halkeaa}$$

Haljenneen tilan suureita

Lyhytaikainen tila

$$X_{ST} := d \cdot \rho \cdot \alpha_e \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2}{\rho \cdot \alpha_e}} \right) = 69.8 \text{ mm}$$

$$z_{ST} := d - \frac{X_{ST}}{3} = 237.9 \text{ mm}$$

Lyhytaikainen tila

$$X_{LT} := d \cdot \rho \cdot \alpha_{e,eff} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2}{\rho \cdot \alpha_{e,eff}}} \right) = 102.6 \text{ mm}$$

$$z_{ST} := d - \frac{X_{LT}}{3} = 227 \text{ mm}$$

Raudoituksen jännitys

Pitkäaikainen yhdistelmä, lyhytaikainen tila

$$\sigma_{s.LT} := \frac{M_{Eqp}}{A_{s.tot} \cdot z_{ST}} = 187 \text{ MPa}$$

Halkeamaleveyden suora laskenta

Suhteellinen raudoitusala

$$h_{c.ef} := \min\left(2.5 \cdot (h - d), \frac{h - X_{ST}}{3}, \frac{h}{2}\right) = 76.7 \text{ mm}$$

$$A_{c.eff} := b \cdot h_{c.ef} = 76717 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{p.eff} := \frac{A_{s.tot}}{A_{c.eff}} = 0.0273$$

Raudoituksen keskimääräinen venymä (venymäero)

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} := \frac{\sigma_{s.LT} - 0.4 \cdot \frac{f_{ct.eff}}{\rho_{p.eff}} (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p.eff})}{E_s} = 0.000689$$

Halkeamavälin maksimiarvo

$$k_1 := 0.8$$

$$k_2 := 0.5$$

$$k_3 := 3.4$$

$$k_4 := 0.425$$

$$c := 35 \text{ mm}$$

$$S_{r.max} := k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi}{\rho_{p.eff}} = 218.7 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_{sm} := 2 \varepsilon_{cm}$$

Halkeamaleveys

$$w_k := S_{r.max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0.151 \text{ mm}$$

Mitoitusehto

$$w_k = 0.151 \text{ mm} < w_{max} = 0.2 \text{ mm}$$

=> Halkeamaleveys on sallituissa rajoissa.

Lähtöarvot

$h := 300 \text{ mm}$

Palkin korkeus

$b := 1000 \text{ mm}$

Palkin leveys

$L := 7100 \text{ mm}$

Palkin jänneväli

$d_g := 16 \text{ mm}$

Maksimiraekoko

$c_{nom} := 30 \text{ mm}$

Betonipeite

Taipuman raja-arvo

$a_{max} := \frac{L}{250} = 28 \text{ mm}$

Sallittu taipuma

Poikkileikkaussuureet

$d := h - c_{nom} - 1.1 \cdot \frac{\phi}{2} = 263 \text{ mm}$

Tehollinen korkeus

$\rho := \frac{A_s}{b \cdot d} = 0.003$

Suhteellinen rauditusala

$\rho_0 := 10^{-3} \cdot \sqrt{\frac{f_{ck}}{\text{MPa}}} = 0.00548$

Rauditussuhteen vertailuarvo

$\rho = 0.003 < \rho_0 = 0.00548 \rightarrow \text{Kerros } K := 1.2$

Mitoitusehto

$\frac{L}{d} = 27 < K \cdot \left(11 + 1.5 \sqrt{\frac{f_{ck}}{\text{MPa}}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3.2 \sqrt{\frac{f_{ck}}{\text{MPa}}} \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right) = 46.9$

-> Mitoitusehto toteutuu

$\rho' := 0$

$\frac{L}{d} = 27 < K \cdot \left(11 + 1.5 \sqrt{\frac{f_{ck}}{\text{MPa}}} \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12} \sqrt{\frac{f_{ck}}{\text{MPa}}} \sqrt{\frac{\rho'}{\rho_0}} \right) = 31.2$

-> Mitoitusehto toteutuu

Designer:

 Company:
 Address:
 Phone:
 E-Mail:
 Name:

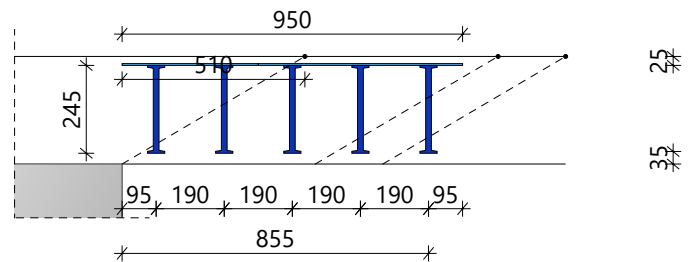
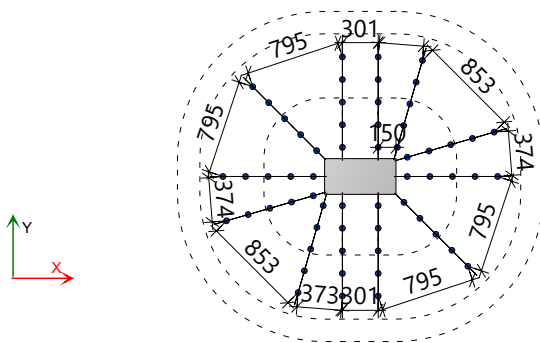
Project:

 Title: det1 a.pddb
 Location:
 Contact Person:
 Comments:
 Design Norm: EOTA TR 060 + ETA 13/0151 -
 Recommended Values
 Unit system: SI

This design applies exclusively to proprietary PEIKKO products and can't be used to validate properties of third party products, might they appear to be identical.

Column 1

Number of Identical Columns: 1



12xPSB-16/245-2/380(95/190/95)
 12xPSB-16/245-3/570(95/190/190/95)

Materials

 Concrete Grade C45/55
 Bending Reinforcement B500B

 $f_{cd} = 30,0 \text{ N/mm}^2$
 $f_{yd,bar} = 434,8 \text{ N/mm}^2$
Geometry

Slab Thickness	$h_d =$	300 mm	
Effective depth of slab	$d_x =$	245 mm	$d_y = 265 \text{ mm}$
Cover of reinforcement	$c_u =$	35 mm	$c_o = 25 \text{ mm}$
Reinforcement ratio	$\rho_x =$	1,09 %	$\rho_y = 1,08 \%$
Reinforcement area/m	$A_{sx} =$	2 662 mm ²	$A_{sy} = 2 856 \text{ mm}^2$
Rectangular column	$a =$	600 mm	$b = 300 \text{ mm}$
Location		Middle	

Loads

Punching Load	$V_{Ed} =$	1 537,0 kN	Factor $\beta =$	1,15
Dynamic Force	$V_{dyn} =$	0,0 kN	$V_{Ed} * \beta =$	1 767,6 kN

Basic control perimeter

Basic length	$u_1 =$	5 004 mm	
Reduction of length	$\Delta u_1 =$	0 mm	$u_1 - \Delta u_1 = 5 004 \text{ mm}$
	$C_{Rd,c} =$	0,12	
Resistance without punching reinforcement	$V_{Rd,c} =$	826,3 kN/m ²	$< V_{Ed} = 1 385,1 \text{ kN/m}^2$
Resistance with punching reinforcement	$V_{Rd,max} =$	1 619,5 kN/m ²	$> V_{Ed} = 1 385,1 \text{ kN/m}^2$

Outer control perimeter

Distance	$l_{s,req} =$	667 mm	$<$	$l_{s,prov} = 855 \text{ mm}$
Required length of outer perimeter	$u_{out,req} =$	8 391 mm	$<$	$u_{out,prov} = 9 575 \text{ mm}$
	$C_{Rd,c,out} =$	0,12		$\beta_{red} = 1,15$
Resistance of outer perimeter	$V_{Rd,c,out} =$	826,3 kN/m ²	$>$	$V_{Ed} = 723,9 \text{ kN/m}^2$

Punching Reinforcement

Designed reinforcement

1-st rail

12xPSB-16/245-2/380(95/190/95)

2-nd rail

12xPSB-16/245-3/570(95/190/190/95)

Resistance of reinforcement

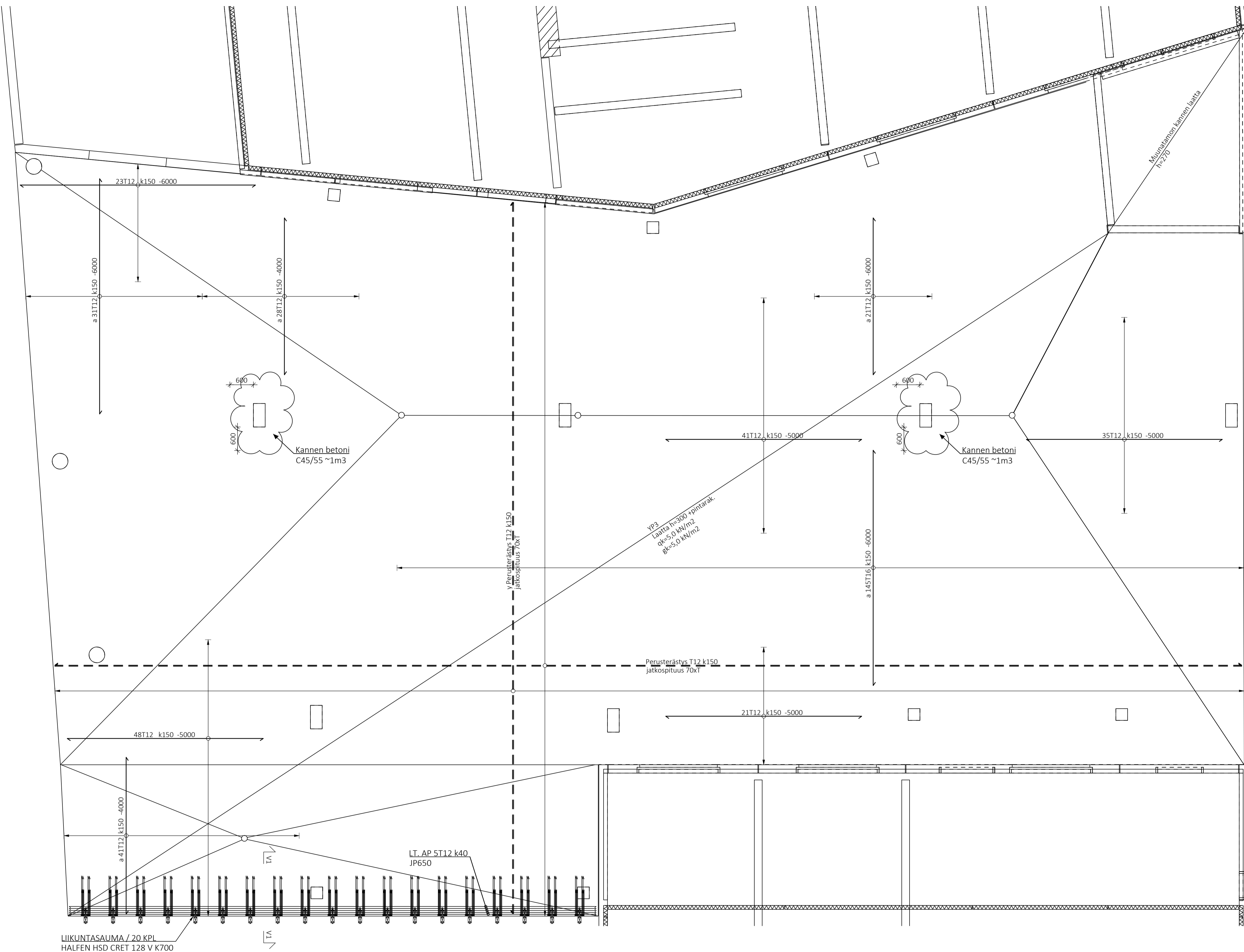
 $V_{Rd,sy} =$

1 988,7 kN

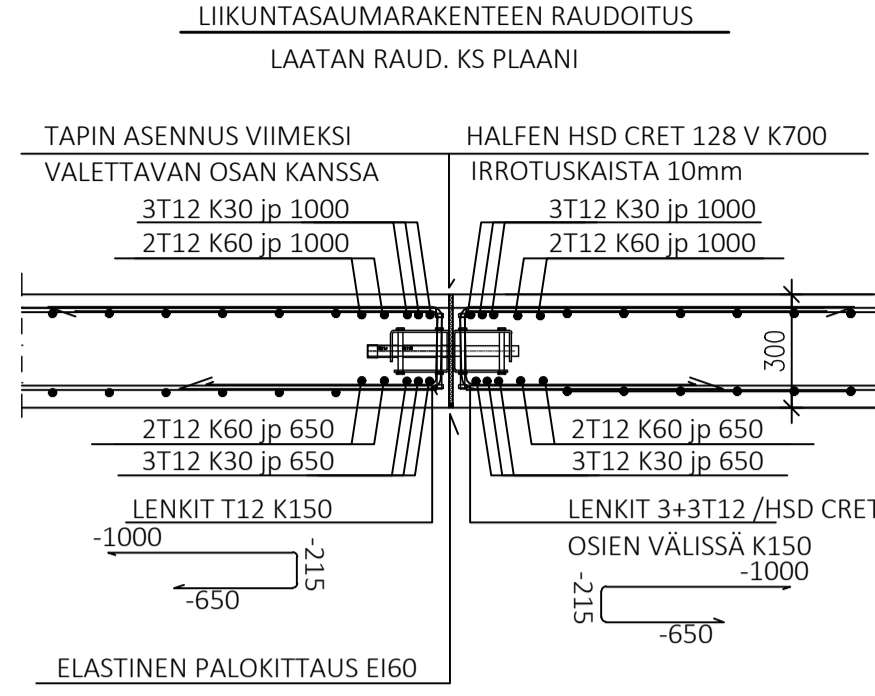
>

 $V_{Ed} * \beta =$

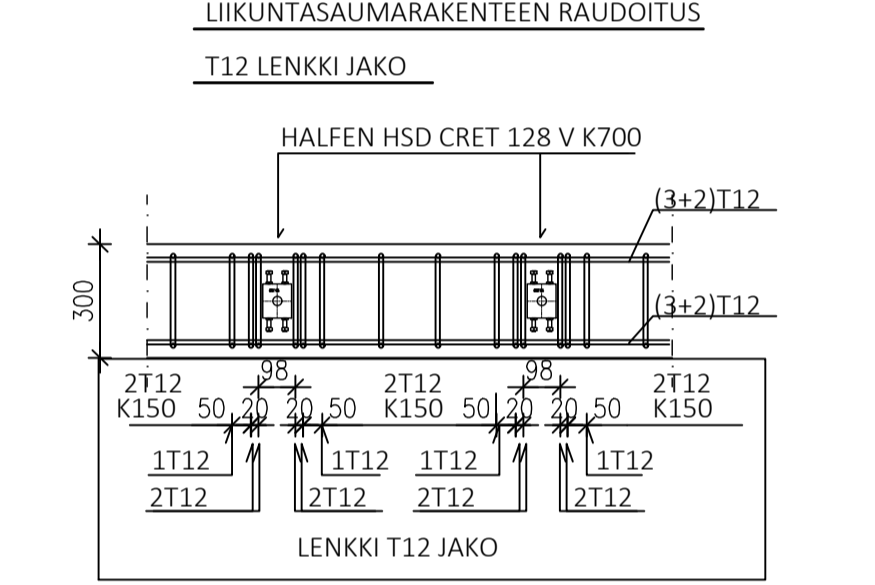
1 767,6 kN



LEIKK. V1, LIIKUNTASAUMA



LEIKK. V2, LIIKUNTASAUMA

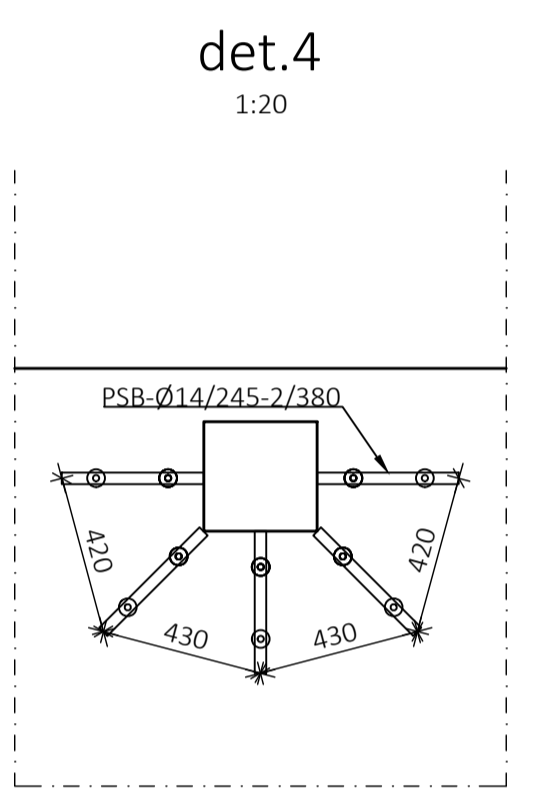
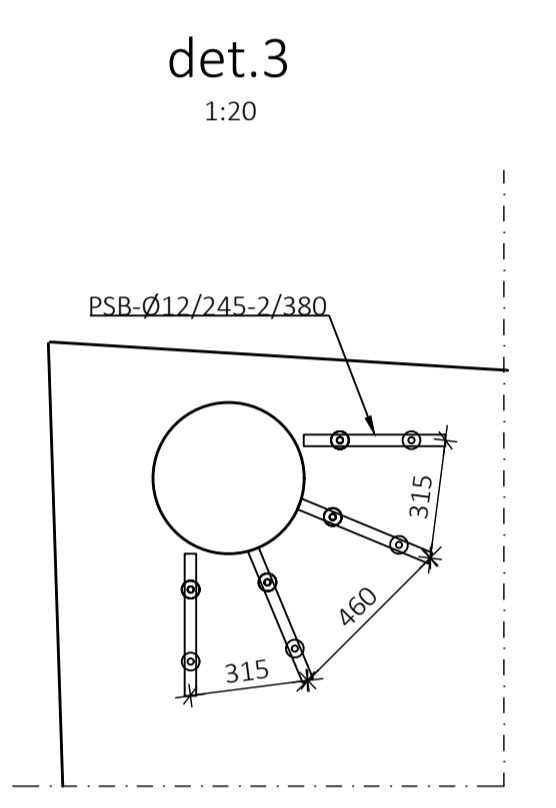
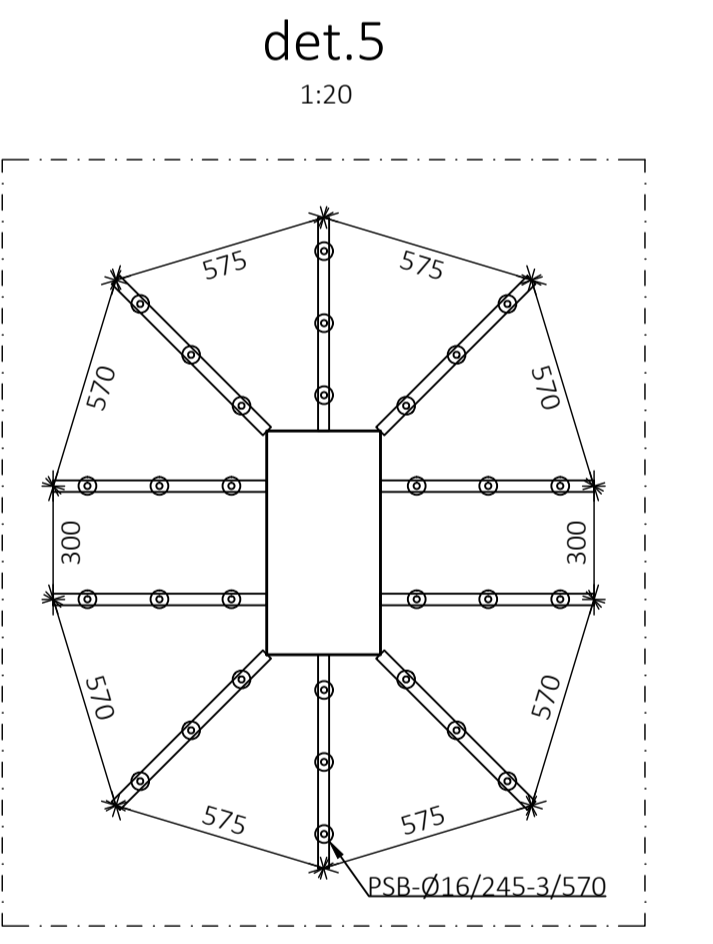
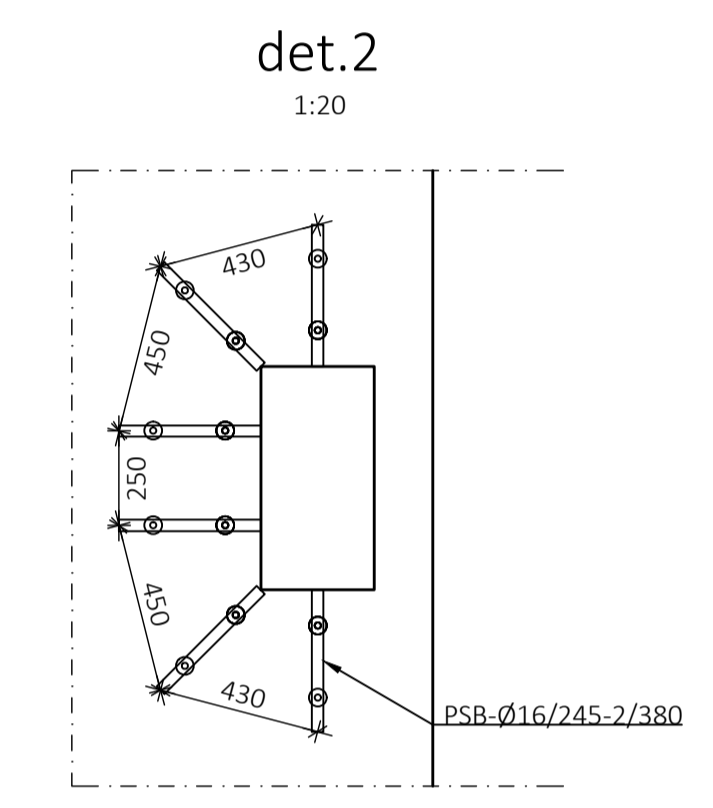
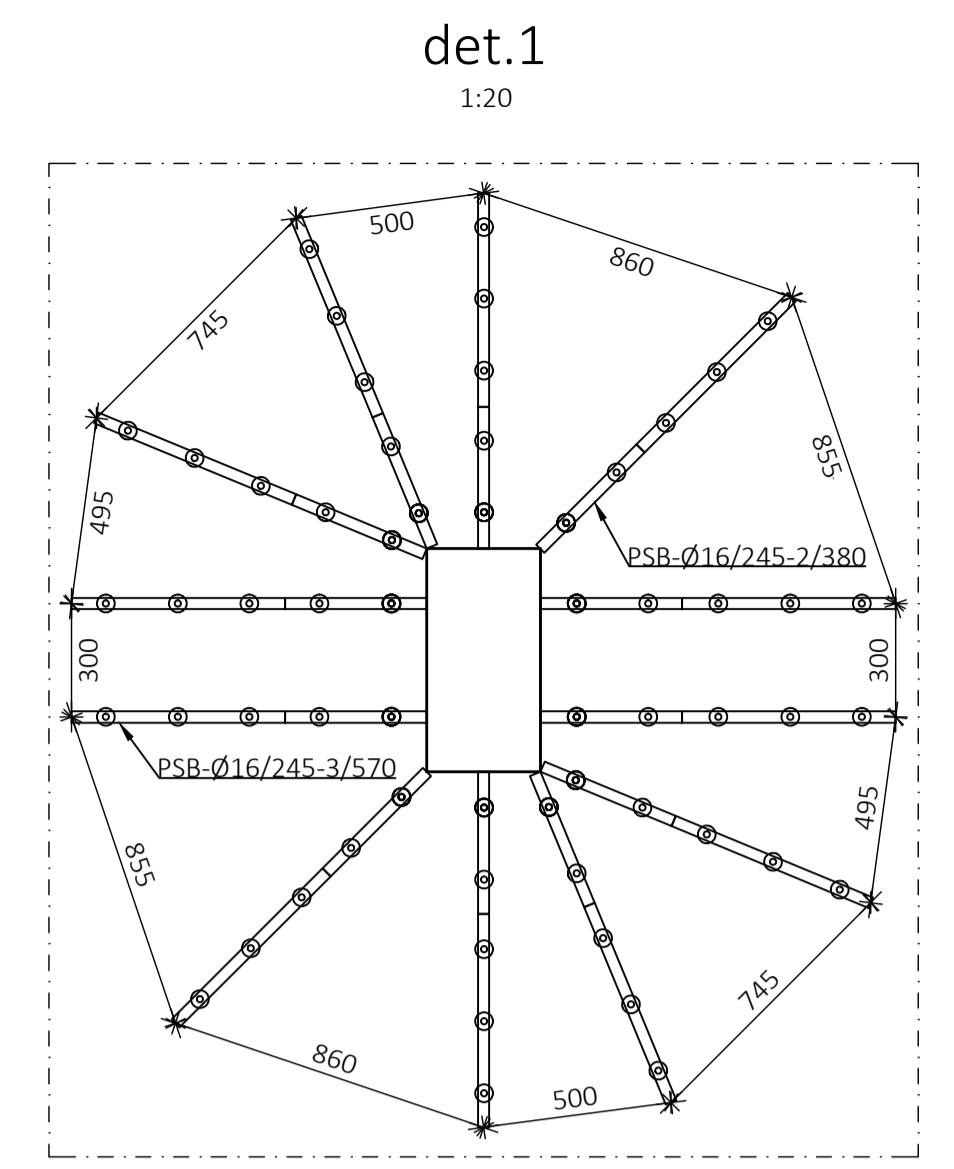
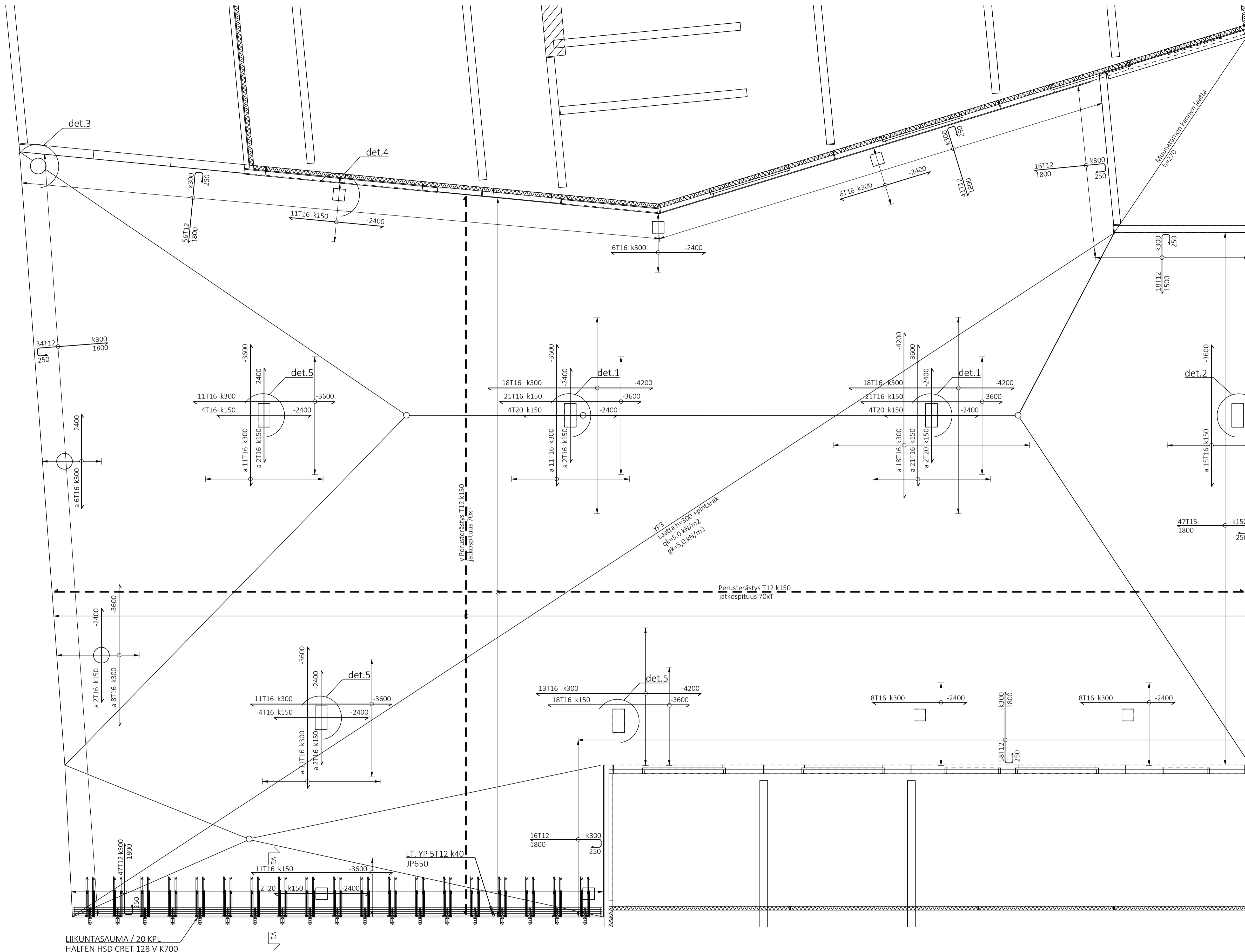


Betoni- ja teräslaadut tasopiirustuksen mukaan:

- Terästen merkinnät:
 - Ylemmät alapintateräsket on merkitty y kirjaimella.
 - Alapinnan terästen suojaabetoni 20 mm ellei toisin merkitty.
- Raudotteet asennetaan keskeisesti tukilinjojen mukaan, ellei toisin merkitty
- Reikiä takia betoniteräksisiä ei katkaista, vaan reiän kohdalla katkeavat teräsket korvataan asettamalla 1,5x katkeavia teräksiä vastaava raudotus tasan reiän molemmille puolille.
- Elementtitarunnat erillisen suunnitelman mukaisesti.
- Raudotteet on tuettava siten, että suunnitelmassa esitetyt raudotteiden peitepaksuudet toteutuvat..
- Perusterästys jatketaan siten, että jatkokset eivät sijaitse samalla linjalla laatasta.
- Laataston mahdolliset työsaumat tulee sopia rakennesuunnittelijan kanssa.
- Työmaan tulee tarkistaa raudotteiden suunnitelmanmukaisuus ennen valua.
- Tukien lähelle tulevien viemäreiden lisähaotus tulee tarkistaa rakennesuunnittelijalta.

LIIKUNTASAUMA / 20 KPL
HALFEN HSD CRET 128 V K700

Käsitelty/Kylä	Kortitili/Tila	Tontti/Roo	Viranomaisen merkintä
009	10	23	853-2021-1074
Pyövä rakennustunnus	PRT 103957769D	Korkeus- ja koord. järjestelmä	N2000
Rakennusomienpöytä	Uudisrakennus	Piirustustilaj	RAK
Rakennuskohteen nimi ja osoite	As Oy Turun Linnanmalmin Ahjo		
		Pihakansilaatan alapintaterästy	1:50
			1:20
Puutarhakatku 55	20100 Turku		
SITOWISE	Helsinginkatu 15 20500 Turku 020 747 6000 www.sitowise.com	Suunn.ala	Työnumero
Piirittäjä	MJOK	RAK	L20193 RAK-3307
Tarkastaja	LKUO	Päiväys	31.08.2021
	Lassi Kuokkanen, ins. AMK	Tiedosto	.dwg

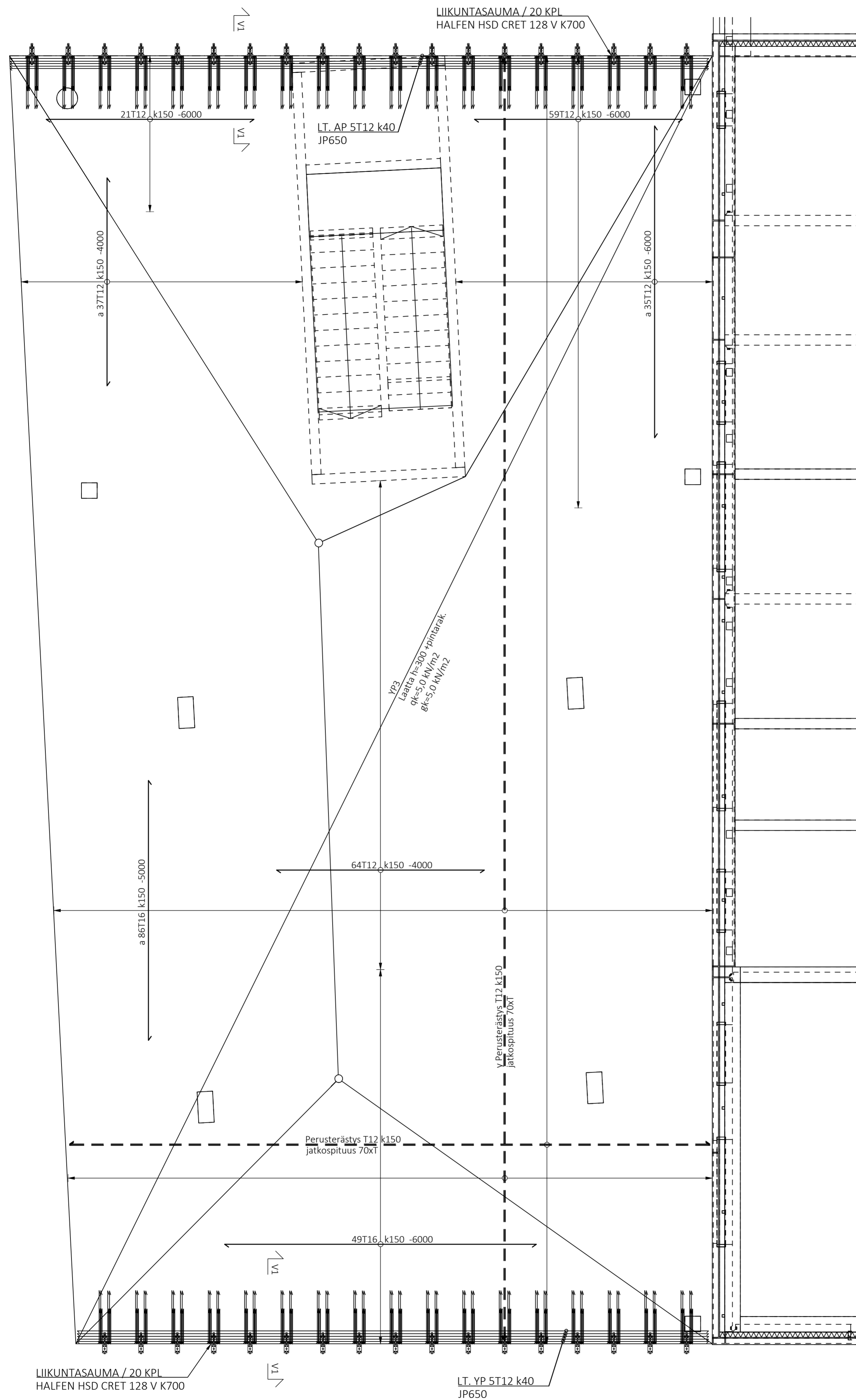


Betoni- ja teräslaadut tasopiirustuksen mukaan:

- Terästen merkinnät:
 - Alemmat yläpintäteräset on merkitty **a** kirjaimella
 - Yläpinnan terästen suojabetoni 20 mm ellei toisin merkitty.
 - Raudotit asennetaan keskeisesti tukiliinjien mukaan, ellei toisin merkitty
 - Reikiä betoniteräksiä ei katkaista, vaan reiän kohdalla katkaivat teräset korvataan asettamalla 1,5x katkeavia teräksiä vastaava rauditus tasan reiän molemmille puolille. Terästen pituus aukko + 60xT
 - Elementitartunnat erillisen suunnitelman mukaisesti.
 - Raudotit on tuettava siten, että suunnitelmassa esitetyt raudotteiden peitepaksuudet toteutuvat.
 - Työmaan tulee tarkistaa raudotteiden suunnitelmanmukaisuus ennen valua.

LIIKUNTAASAUMA / 20 KPL
HALFEN HSD CRET 128 V K700

Käsitelty/Kylä	Kortti/Tila	Tontti/Ro	Viranomaisen merkintä
009	10	23	853-2021-1074
Pyövä rakennustunnus	PRT 103957769D	Korkeus- ja koord. järjestelmä	N2000
Rakennuslomppu	RAK	Piirustustyyppi	No
Rakennuskohteen nimi ja osoite	As Oy Turun Linnanmalmin Ahjo	Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
	20100 Turku	Pihakansilaitan yläpintäterästy	1:50 1:20
Suunnittaja		Työnumero	Piir.no
MIJOK		RAK	L20193 RAK-3308
Tarkastaja	Lassi Kuokkanen, ins. AMK	Tiedostojärjestelmä	31.08.2021
Päiväys		Tiedosto	.dwg

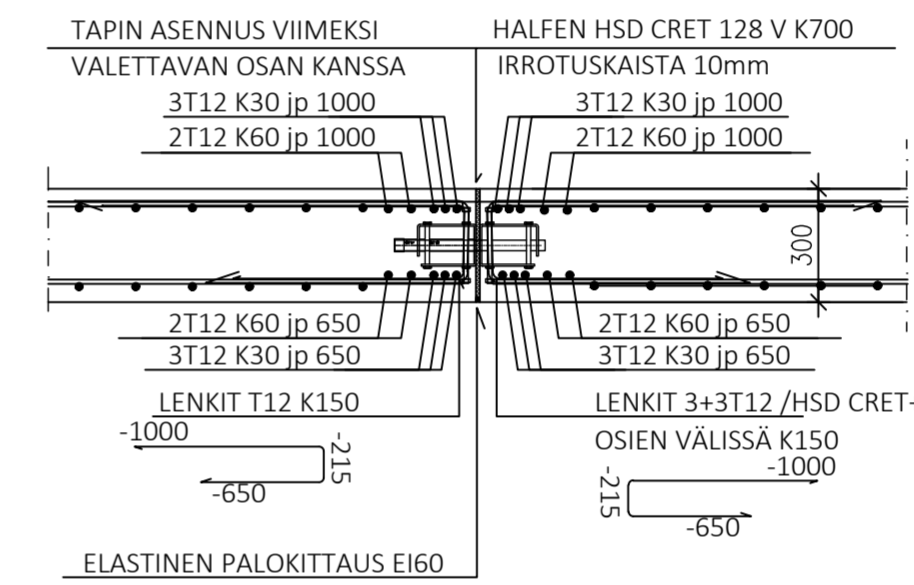


Betoni- ja teräsladut tasopiirustuksen mukaan:

- Terästen merkinnät:
 - Ylemmät alapintateräset on merkitty y kirjaimella.
 - Alapinnan terästen suojabetoni 20 mm ellei toisin merkitty.
- Raudoitteet asennetaan keskeisesti tukiliinjojen mukaan, ellei toisin merkitty
- Reikiä takia betoniteräksiä ei katkaista, vaan reiän kohdalla katkeavat teräset korvataan asettamalla 1,5x katkeavia teräksiä vastaava rauditus tasan reiän molemmille puolille.
- Elementtitartunnat erillisen suunnitelman mukaisesti.
- Raudoitteet on tuettava siten, että suunnitelmassa esitetyt raudoitteiden peitepaksuudet toteutuvat..
- Perusterästyä jatketaan siten, että jatkokset eivät sijaitse samalla linjalla laatasta.
- Laataston mahdolliset työsaumat tulee sopia rakennesuunnittelijan kanssa.
- Työmaan tulee tarkistaa raudoitteen suunnitelmanmukaisuus ennen valua.
- Tukien lähelle tulevien viemäreiden lisähaotus tulee tarkistaa rakennesuunnittelijalta.

LEIKK. V1, LIKUNTASAUMA

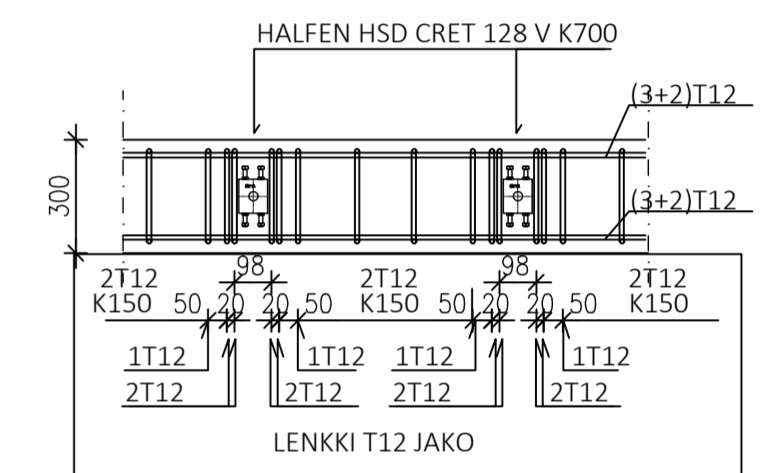
LIKUNTASAUMARAKENTEEN RAUDOITUS
LAATAN RAUD. KS PLAANI



LEIKK. V2, LIKUNTASAUMA

LIKUNTASAUMARAKENTEEN RAUDOITUS

T12 LENKKI JAKO



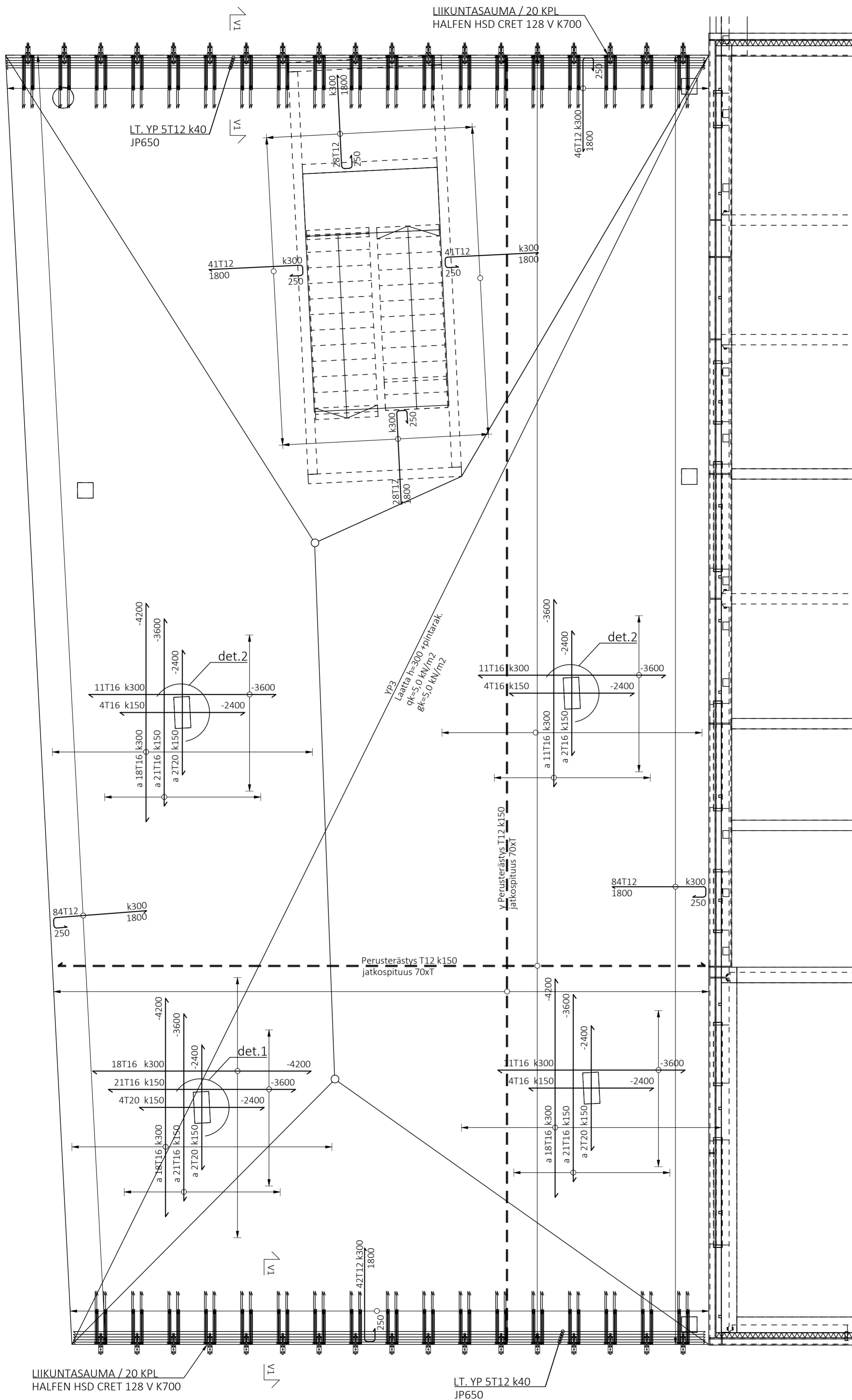
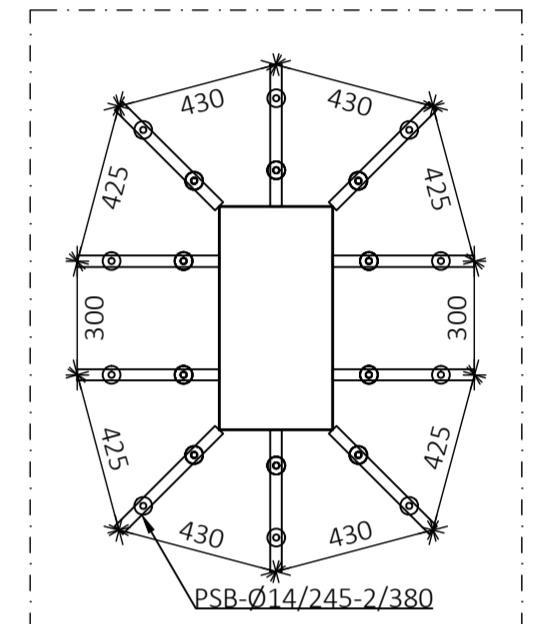
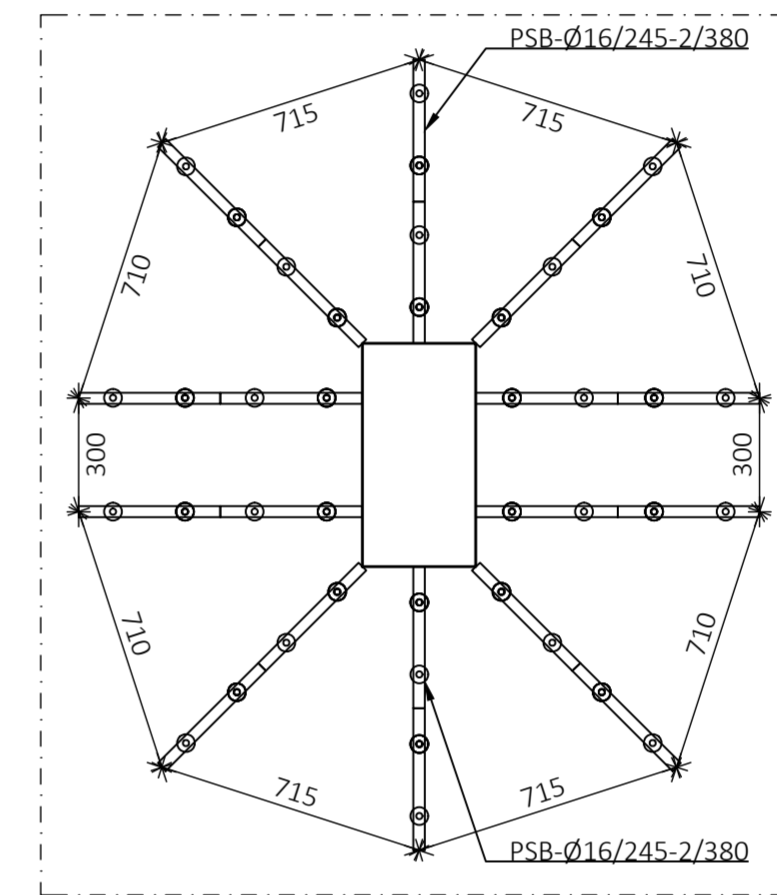
Kaup.osa/Kylä 009	Kortteli/Tila 10	Toimitt./Rno 24	Viranomaisen merkintöjä
Pyysä rakennustunnus			Korkeus- ja koord. järjestelmä N2000
Rakennustoimienpidä Uudisrakennus			Piirustuslaji RAK
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Piirustuksen sisältö Pihakansilaatan alapintaterästy
As Oy Turun Linnanmalmin Teräs			Mittakaavat 1:50
Puutarhakatu 57 20100 Turku			
SITOWISE		Helsinginkatu 15 20500 Turku 020 747 6000 www.sitowise.com	Suunn.ala RAK L20193
Piirtäjä MJOK	Suunnittelija MJOK	Työnumero RAK-3307	Piir.no Muutos
Tarkastaja LKUO	Vast.suun./Hyväksyjä Lassi Kuokkanen, ins. AMK	Tiedostojainti V:\Talo\LS20120193_Puutarhakatu_55_Turku_03_RAK\01_Rakenne\B-talo	Päiväys Tiedosto .dwg

Betoni- ja teräslaadut tasopiirustuksen mukaan:

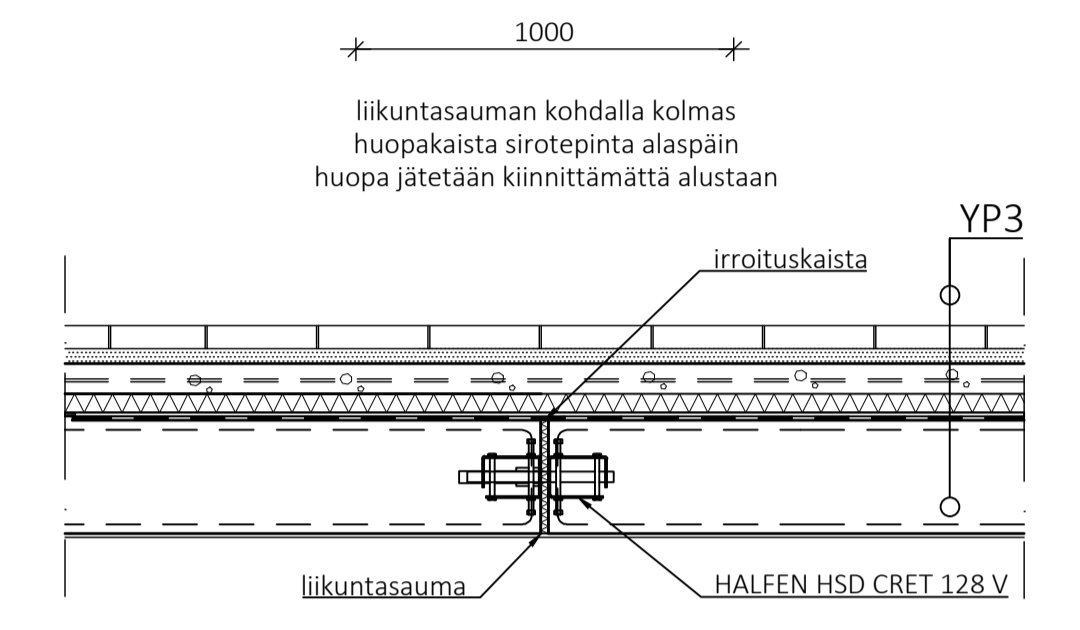
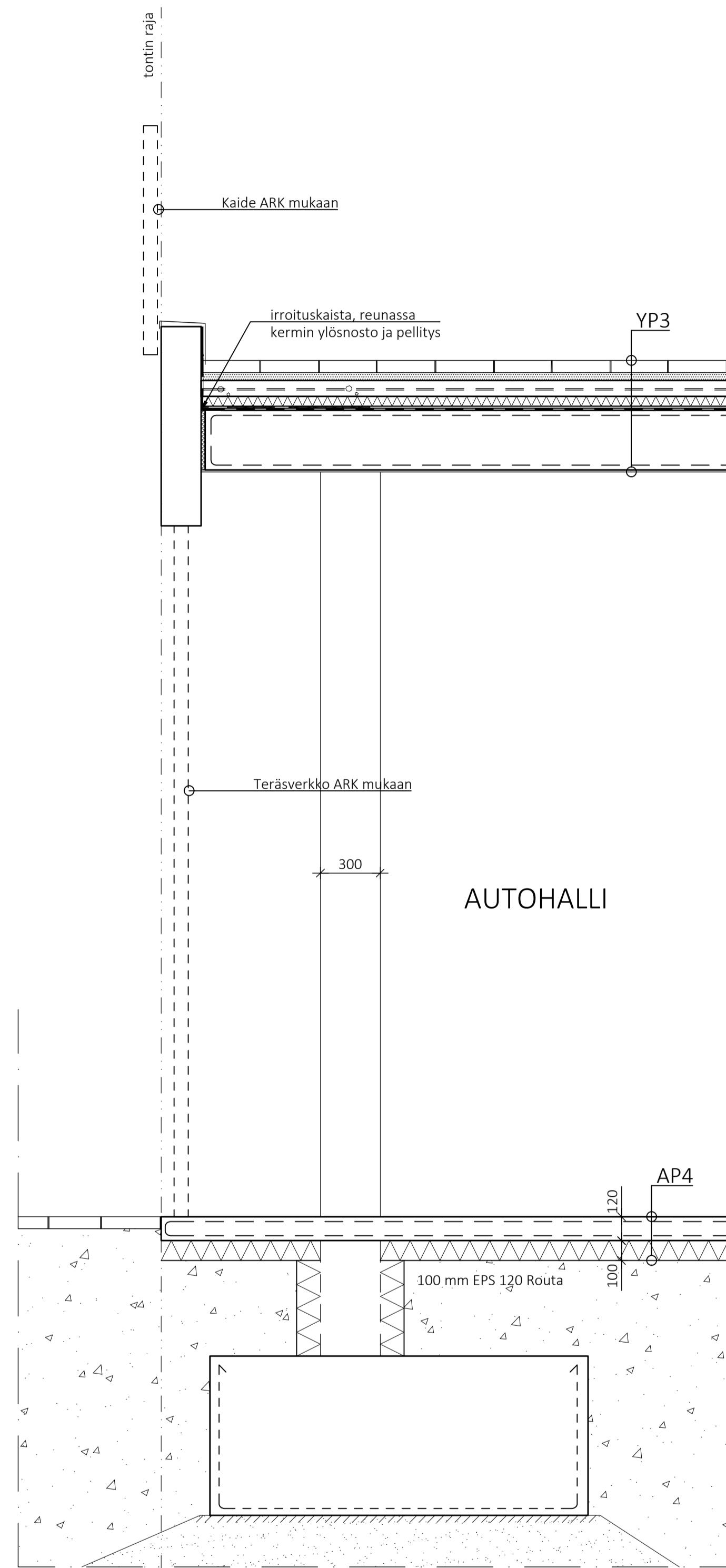
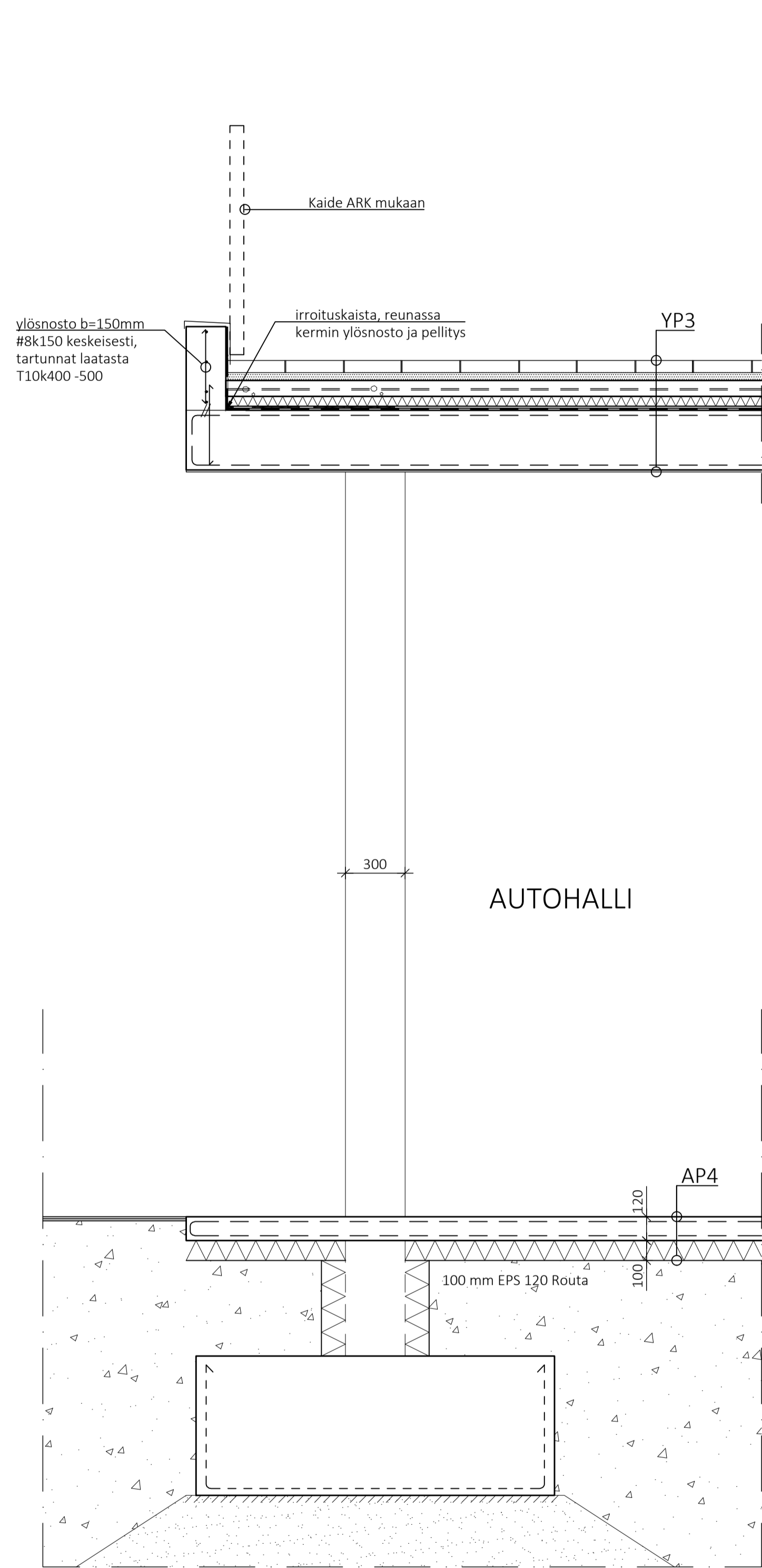
- Terästen merkinnät:
 - Alemmat yläpintateräket on merkitty **a** kirjaimella
 - Yläpinnan terästen suojabetoni 20 mm ellei toisin merkitty.
- Raudoitteet asennetaan keskeisesti tukkilinjojen mukaan, ellei toisin merkitty
- Reikiä takia betoniteräksiä ei katkaista, vaan reiän kohdalla katkeavat teräsket korvataan asettamalla 1,5x katkeavia teräksiä vastaava rauditus tasan reiän molemmille puolille. Terästen pituus aukko + 60xT
- Elementtitartunnat erillisen suunnitelman mukaisesti.
- Raudoitteet on tuettava siten, että suunnitelmassa esitetyt raudoitteiden peitepaksuudet toteutuvat.
- Työmaan tulee tarkistaa raudoitteen suunnitelmanmukaisuus ennen valua.

det.1
1:20

det.2
1:20



Kaup.osa/Kylä 009	Kortteli/Tila 10	Tontti/Rno 24	Viranomaisen merkintöjä
Pysyvä rakennustunnus			Korkeus- ja koord. järjestelmä N2000
Rakennustoimenpide Uudisrakennus			Piirustuslaji RAK
Rakennuskohteen nimi ja osoite As Oy Turun Linnanmalmin Teräs			Piirustuksen sisältö Pihakansilaatan yläpintäterästy
Puutarhakatu 57 20100 Turku			Mittakaavat 1:50
SITOWISE			Suunn.ala Työnumero Piir.no Muutos
Helsinginkatu 15 20500 Turku 020 747 6000 www.sitowise.com			RAK L20193 RAK-3308
Piirtäjä MJOK	Suunnittelija MJOK	Tiedostojainti	
Tarkastaja LKUO	Vast.suun./Hyväksyjä Lassi Kuokkanen, ins. AMK	Päiväys Tiedosto .dwg	



Kaup./osa/Kylä	Korttel./Tila	Tontti/Rno	Viranomaisen merkintä
009	10	23	853-2021-1074
Pysyvä rakennustunnus	Korkeus- ja koord. järjestelmä		
PRT 103957769D	N2000		
Rakennustoimenpide	Piirustuslaji	No	
Uudisrakennus	RAK		
Rakennuskohteen nimi ja osoite	Piirustuksen sisältö	Mittakaavat	
As Oy Turun Linnanmalmin Ahjo	Autohallin leikkaukset	1:20	
Puutarhakuu 55			
20100 Turku			
SITOWISE		Suunn.ala	Työnumero
Helsinginkatu 15 20500 Turku 020 747 6000 www.sitowise.com			
Piirtäjä		Piiir.no	
MJK		Muutos	
Suunnittelija		Tiedostointi	
MJK		v:\rak\2021\20210817_Puutarhakuu_55_Turku_ak03_RAK031_RakennusKuva	
Tarkastaja		Päiväys	
Vast. Luvan/Hyväksyjä		17.08.2021	
LJKUO		Lassi Kuokkanen, ins. AMK	
		Tiedosto	
		.dwg	