

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

PORTAIKON SUUNNITTELU

TEKIJÄ Ville Junni

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Konetekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Ville Junni	
Työn nimi Portaikon suunnittelu	
Päiväys 17.07.2023	Sivumäärä/Liitteet 85 / 56
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) -	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tehtävänä on suunnitella asuinrakennuksen yhteyteen sijoitettava portaitko, joka toimii poistumistienä.</p> <p>Portaikon suunnittelussa tuli huomioida Suomen rakennusmääräysten asettamat ehdot ja rajoitteet, että työn asettajan portaitolta toivotut ominaisuudet.</p> <p>Työssä tutkittiin Suomen rakentamismääräyksien noudatettavia turvallisuusvaatimuksia. Tutkittiin markkinoilla toimivien portaitkojen valmistajien tuotevalikoimia, valmiiden tuotteiden löytämiseksi. Sekä tutustuttiin tuotekehitykseen sekä suositeltaviin suunnitteluohjeisiin ja perusteisiin. Lisäksi tutkittiin pintakäsittelyn mahdollisuuksia ja niiden avulla saavutettavaa rakenteen käyttöikää.</p> <p>Suunnittelun toteutuksessa portaitko suunniteltiin Suomen Rakennusmääräysten ulossijoitettavan ja kattamattoman portaiton käyttöturvallisuuden suunnitteluperiaatteita noudattaen, sekä työn asettajan toivomin ominaisuuksin. Portaiton suunnittelussa huomioitiin myös muut suositeltavat suunnitteluohjeet.</p> <p>Portaiton rakenteiden mitoittamiseen perustaksi valikoitiin soveltuvien Eurokoodien mukaisesti Eurokoodissa 1:ssä suositellut hyötykuormat ja mitoitettiin rakenteet Eurokoodi 3:n ohjeistusta soveltaen. Alueellisissa suunnittelu- ja mitoitusarvoissa noudatettiin Etelä-Suomen maaseutumaisia arvoja. Rakenteita suunnitellessa sovellettiin komponenttien, kokoonpanojen että pintakäsittelyyn eri tilanteisiin soveltuvia suunnitteluohjeita ja -suosituksia. Portaiton suunnitteluun ja valmistusdokumentaatioon käytettiin tietokoneavusteista (CAD) suunnitteluohjelmistoa nimeltä Solidworks.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena laadittuja valmistusdokumentaatiota voidaan hyödyntää portaiton toteutukseen sellaisenaan, taikka pohjana portaiton tulevalle valmistajalle.</p>	
Avainsanat portaitko, suunnittelu, Suomen rakentamismääräykset, Eurokoodi 1, Eurokoodi 3, askeletenämä, askelnousu, kaidekorkeus, kulkuleveys	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering	
Author Ville Junni	
Title of Thesis Staircase design	
Date 17.07.2023	Pages/Appendices 85 / 56
Client Organisation /Partners -	
<p>Abstract</p> <p>The task of the thesis is to design a staircase to be placed next to a residential building, which functions as an exit.</p> <p>The design of the staircase had to take into account the conditions and restrictions set by The National Building Code of Finland, and the properties the installer wanted from the staircase.</p> <p>The work investigated the safety requirements by The National Building Code of Finland. The product selections of staircase manufacturers operating on the market were studied in order to find ready-made products. The work also studies the product development and recommended design guidelines and principles. In addition, the possibilities of surface treatment and the service life of the structure that can be achieved with them were investigated.</p> <p>In the implementation of the design, the staircase was designed in accordance with the safety design principles of the Finnish Building Regulations for outdoor and uncovered staircases, and with the features desired by the contractor. Other Recommended Design Guidelines were also taken into account when designing the staircase. For the dimensioning of the staircase structures, the payloads recommended in Eurocode 1 were selected in accordance with the applicable Eurocodes, and the structures were dimensioned using the guidelines of Eurocode 3. In the regional planning and dimensioning values, the county values of Southern Finland were followed. When designing the structures, design guidelines and recommendations applicable to different situations were applied to components, assemblies and surface treatment. A computer-aided design (CAD) software called Solidworks was used for the design and manufacturing documentation of the staircase.</p> <p>The manufacturing documentation created as a result of the thesis can be used for the implementation of the staircase as it is, or as a basis for the future manufacturer of the staircase.</p>	
<p>Keywords</p> <p>staircase, design, The National Building Code of Finland, Eurocode 1, Eurocode 3, step run, step rise, handrail height, stair width</p>	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	9
2	KOHTEEN ESITTELY	10
3	PORTAIKKO	12
3.1	Käyttöturvallisuus.....	12
3.1.1	Yleisesti	12
3.1.2	Askeletenemä ja – nousu	12
3.1.3	Kaide	13
3.2	Rakenteiden lujuus ja vakaus.....	15
3.2.1	Yleisesti	15
3.2.2	Askelmien ja tasojen hyötykuorma.....	15
3.2.3	Kaidekuorma	16
3.2.4	Tuulikuorma	17
3.2.5	Lumikuorma	17
3.2.6	Suunniteltu käyttöikä	17
4	TUOTEKEHITYS.....	18
4.1	Tuotekehitysprosessi	18
4.2	Tuotesuunnittelu	19
5	PORTAIKON SUUNNITTELU	24
5.1	Layout-suunnittelu	24
5.2	Tuotesuunnittelu	25
5.2.1	Askelmat ja taso	25
5.2.2	Reisipalkit	28
5.2.3	Kaide ja käsijohde	28
5.2.4	Tukipilarit ja porrassyöksyjen vaakatuenta	29
5.2.5	Pintakäsittely	30
6	LUJUUSTARKASTELU	31
6.1	Askelmat, tasainen kuormitus	31
6.1.1	Askelman pääty ja kiinnityslevy	31
6.1.2	Askelman etu- ja takalaita	35
6.1.3	Välituki.....	38
6.1.4	Askelman laidoitus	41

6.2	Askelmat, pistekuormitus.....	42
6.2.1	Askelman pääty ja kiinnityslevy	42
6.2.2	Askelman etu- ja takalaita	44
6.2.3	Välituki.....	46
6.2.4	Askelman laidoitus	48
6.3	Askelman hitsien mitoitus	48
6.3.1	Askelman pääty ja etu- ja takalaidan hitsausseama	49
6.3.2	Askelman päädyn ja kiinnityslevyn hitsausseama	50
6.3.3	Välituki.....	52
6.4	Lepotaso, tasainen kuormitus	53
6.4.1	Välituenta	53
6.4.2	Lepotason laudoitus.....	54
6.5	Lepotaso, pistemäinen kuormitus	55
6.5.1	Välituenta	55
6.6	Reisipalkit.....	57
6.6.1	Ensimmäisen porrassyöksen reisipalkki.....	57
6.6.2	Toisen porrassyöksen reisipalkki	67
6.7	Tukipilarit	75
6.8	Ruuviliitokset	79
6.8.1	Askelma	79
6.8.2	Reisipalkit	81
6.8.3	Portaikön ankkurointi	84
	LÄHTEET	86
	LIITE 1: PIIRUSTUKSET	90

KUVALUETTELO

Kuva 1. Antiikin Egyptin aikaiset portaat (Hignett, 2019).	9
Kuva 2. Portaikolle käytettävissä oleva tila.	10
Kuva 3. Otanta rakennuksen pohjapiirustuksesta. (Ruohola, 2021).....	11
Kuva 4. Tasanteen vähimmäisetäisyyden oveen nähden (PORTAAT JA LUISKAT, 2019).....	12
Kuva 5. Portaikon askelmien enimmäisväli kuvitettuna (PORTAAT JA LUISKAT, 2019).	13
Kuva 6. Kaiteen rakenteiden vaatimukset (PORTAAT JA LUISKAT, 2019).	14
Kuva 7. Lumikuorman ominaisarvo (Rakenteiden lujuus ja vakaus, 2019).	17
Kuva 8. Tyypillinen tuotekehitysprosessi (Gadam, 2023).....	19
Kuva 9. DFMA-menetelmän mukainen tuotteen uudelleen suunnittelu (Piironen, 2013).	19
Kuva 10. Teräviä, että ohuita ulokkeita suositellaan välttämään (Piironen, 2013).	20
Kuva 11. Suositellumpi tapa toteuttaa toleranssi (Piironen, 2013).....	20
Kuva 12. Suositeltu kuumasinkittävä rakenne (Kuopion Kuumasinkitys, 2023).....	21
Kuva 13. Poikkileikkaus kuumasinkin muodostamasta pinnoitteesta (Hirn, 2020).....	21
Kuva 14. Teräsluokkien välistä eroa pinnanlaadussa (Kuopion Kuumasinkitys, 2023).	22
Kuva 15. Kuumasinkityksen paksuudet suhteessa upotusaikaan (Hirn, 2020).	22
Kuva 16. Duplex-käsitelty rakenne, jossa maalipinnan alla ollut kosteus aiheuttanut kuumasinkkiin valkoruostetta (Hirn, 2020).....	23
Kuva 17. Komponentin paikoitin paikoituksen saavuttamiseksi (Piironen, 2013).....	23
Kuva 18. Kaksisyöksyinen portaikko (PORTAAT JA LUISKAT, 2019).	24
Kuva 19. Portaikon minimi mitoitus	24
Kuva 20. Terassilauta 28x120 (K-rauta, 2023).....	25
Kuva 21. LK Porras Oy:n Levyaskelma (LK Porras Oy, 2023).	26
Kuva 22. Hahmotelma tuotekehityksestä askelmasta.	26
Kuva 23. Idea portaikon välitasanteen toteutuksesta.	27
Kuva 24. Reisipalkissa käytetty UNP-palkin profiili (FEON, 2023).	28
Kuva 25. Q-railing EASY GLASS SLIM-kaidemalli (Q-railing, 2023).	28
Kuva 26. Idea lepotasanteen tukiemiseksi.....	29
Kuva 27. Kuumasinkityn rakenteen kestoikä eri ympäristökuormilla (Teräsrakenneyhdistys).	30
Kuva 28. Askelmanpäädyn kuormitustilanne (SkyCiv, 2023).	31
Kuva 29. Askelman päädyn taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).	31
Kuva 30. Askelman päädyn leikkausvoimakuvio (SkyCiv, 2023).	32
Kuva 31. Askelman etu- ja takalaidan kuormitustilanne (SkyCiv, 2023).....	35
Kuva 32. Askelman etu- ja takalaidan taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).	35
Kuva 33. Askelman etu- ja takalaidan leikkausvoimakuvio (SkyCiv, 2023).	36

Kuva 34. Askelman välituennan kuormitustilanne (SkyCiv, 2023).....	38
Kuva 35. Askelman välituen taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).	39
Kuva 36. Askelman välituen leikkausvoimakuvio (SkyCiv, 2023).	39
Kuva 37. Askelman päädyn pistekuormitustilanne (SkyCiv, 2023).	42
Kuva 38. Askelman päädyn pistekuormitustilanteen taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).....	42
Kuva 39. Askelman päädyn pistekuormitustilanteen leikkausvoimakuvio (SkyCiv, 2023).....	43
Kuva 40. Askelman etu- ja takalaidan pistekuormitustilanne (SkyCiv, 2023).	44
Kuva 41. Askelman etu- ja takalaidan pistekuormitustilanteen taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).....	44
Kuva 42. Askelman etu- ja takalaidan pistekuormitustilanteen leikkausvoimakuvio (SkyCiv, 2023).....	45
Kuva 43. Askelman välituen pistekuormitustilanne (SkyCiv, 2023).	46
Kuva 44. Askelman välituen pistekuormitustilanteen taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).....	46
Kuva 45. Askelman välituen pistekuormitustilanteen leikkausvoimakuvio (SkyCiv, 2023).	47
Kuva 46. Askelman päädyn ja etu- ja takalaidan hitsaussauma.	49
Kuva 47. Askelman päädyn ja kiinnityslevyn välinen hitsausauma.	50
Kuva 48. Askelman päädyn ja kiinnityslevyn nurkan hitsausliitos.	51
Kuva 49. Askelman välituen ja etu- ja takalaidan hitsausliitos.	52
Kuva 50. Lepotasanteen välituen taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).....	53
Kuva 51. Lepotasanteen välituen leikkausvoimakuvaaja (SkyCiv, 2023).	53
Kuva 52. Lepotasanteen välituennan pistekuormitustilanne (SkyCiv, 2023).	55
Kuva 53. Lepotasanteen välituen pistekuormitustilanteen taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).	55
Kuva 54. Lepotasanteen välituen pistekuormitustilanteen leikkausvoimakuvio (SkyCiv, 2023).....	55
Kuva 55. Ensimmäinen porrassyöky.	57
Kuva 56. Reisipalkin nousuosan kuormitustilanne (koordinaatisto käännetty nousukulman mukaisesti) (SkyCiv, 2023).	58
Kuva 57. Reisipalkin nousuosan taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).	58
Kuva 58. Reisipalkin nousuosan leikkausvoimakuvio.	59
Kuva 59. Reisipalkin lepotasanteen osuuden kuormitustilanne (SkyCiv, 2023).	61
Kuva 60. Reisipalkin lepotasanne osuuden taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).	62
Kuva 61. Reisipalkin lepotasanne osuuden leikkausvoimakuvio (SkyCiv, 2023).	62
Kuva 62. Ensimmäisen reisipalkin nousuosuuden pistekuormitustilanne (SkyCiv, 2023).....	63
Kuva 63. Reisipalkin nousuosuuden pistekuormitustilanteen taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).....	64
Kuva 64. Ensimmäisen reisipalkin nousuosuuden pistekuormitustilanteen leikkausvoimakuvio (SkyCiv, 2023).	64
Kuva 65. Reisipalkin lepotasanteen pistekuormitustilanne (SkyCiv, 2023).....	65
Kuva 66. Reisipalkin lepotasanteen pistekuormitustilanteen taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).	65

Kuva 67. Reisipalkin lepotasanteen pistekuormitustilanteen leikkausvoimakuvio (SkyCiv, 2023).	65
Kuva 68. Toinen porrassyöksy.....	67
Kuva 69. Reisipalkin lepotasanteen osuuden kuormitustilanne (SkyCiv, 2023).	67
Kuva 70. Reisipalkin lepotasanne osuuden taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).	68
Kuva 71. Reisipalkin lepotasanne osuuden leikkausvoimakuvio (SkyCiv, 2023).	68
Kuva 72. Reisipalkin nousuosan kuormitustilanne (koordinaatisto käännetty nousukulman mukaisesti) (SkyCiv, 2023).	69
Kuva 73. Reisipalkin nousuosan taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).	70
Kuva 74. Reisipalkin nousuosan leikkausvoimakuvio (SkyCiv, 2023).	70
Kuva 75. Reisipalkin lepotasanteen pistekuormitustilanne (SkyCiv, 2023).	71
Kuva 76. Reisipalkin lepotasanteen pistekuormitustilanteen taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).	72
Kuva 77. Reisipalkin lepotasanteen pistekuormitustilanteen leikkausvoimakuvio (SkyCiv, 2023).	72
Kuva 78. Reisipalkin nousuosuuden pistekuormitustilanne (SkyCiv, 2023).	73
Kuva 79. Reisipalkin nousuosuuden pistekuormitustilanteen taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).	74
Kuva 80. Reisipalkin nousuosuuden pistekuormitustilanteen leikkausvoimakuvio (SkyCiv, 2023).	74
Kuva 81. Portaikko tukipilareineen.....	75
Kuva 82. Tukipilareiden kuormitustilanne.....	76
Kuva 83. Askelman ruuvikiinnitys reisipalkkiin.	79
Kuva 84. Porrassyöksyjen tukeutuminen vaakapalkista tukipilareihin.	81
Kuva 85. Reisipalkkien kiinnitysruuvit.	82

1 JOHDANTO

Portaikot ja näiden kombinaatiot ovat eräitä ihmisen varhaisimpia luomia rakenteita kulkutien korkeuserojen kulun helpottamiseksi. Varhaisimpia portaikkoja muistuttavia rakenteita on rakennettu aikansa perusmateriaaleista, kuten hakatuista tukeista tai päällekkäin asetelluista litteistä kivistä. Varhaisimpia portaikkoja muistuttavia rakenteita on muun muassa löydetty antiikin Egyptin ajoilta. Tunnetuimpia portaita ovat muun muassa Roomassa sijaitseva Espanjalaiset portaavat, sekä Vatikaanin museon kierreporras. Nykypäivänä portaille on kulkutien lisäksi oivallettu liikunnallinen funktio.

Nykypäivänä turvallisuuden on yhä keskeisempää ja näin ollen portaikon toteutusta on tarkemmin säänneltyä tapaturmien ja onnettomuuksien välttämiseksi. Portaikon toteutusta rajoittavat kansalliset, että kansainväliset standardit ja määräykset, riippuen portaikon käyttökohteesta.

Opinnäytetyössä tarkastellaan ulos sijoitettavaa, malliltaan kattamaton portaikon viranomaisten vaatimuksia sekä luodaan ratkaisuja toimeksiantajan odotuksille portaiden toivotuista ominaisuuksista. Työssä perehdytään Ympäristöministeriön laatimaan ja julkaisemaan Suomen rakentamismääräyskoelmaan, erityisesti kohtiin käyttöturvallisuudesta, sekä rakenteiden lujuudesta ja vakaudesta. Velvoittavia rakennusmääräyksiin täydennetään tarvittaessa Rakennustieto Oy:n julkaisemien aiheeseen liittyvien ohjekorttien suosituksilla.

Opinnäytetyössä portaikko suunnitellaan viranomaisten vaatima portaikkorakenne, mitoittaen rakenteet sovellettavan hyötykuorman mukaisesti, sekä luodaan valmistusdokumentaatio portaikon valmistamista varten. Portaikon valmistus- ja toteutusvaiheet on rajattu työn rajojen ulkopuolelle aikataulullisesta syystä.

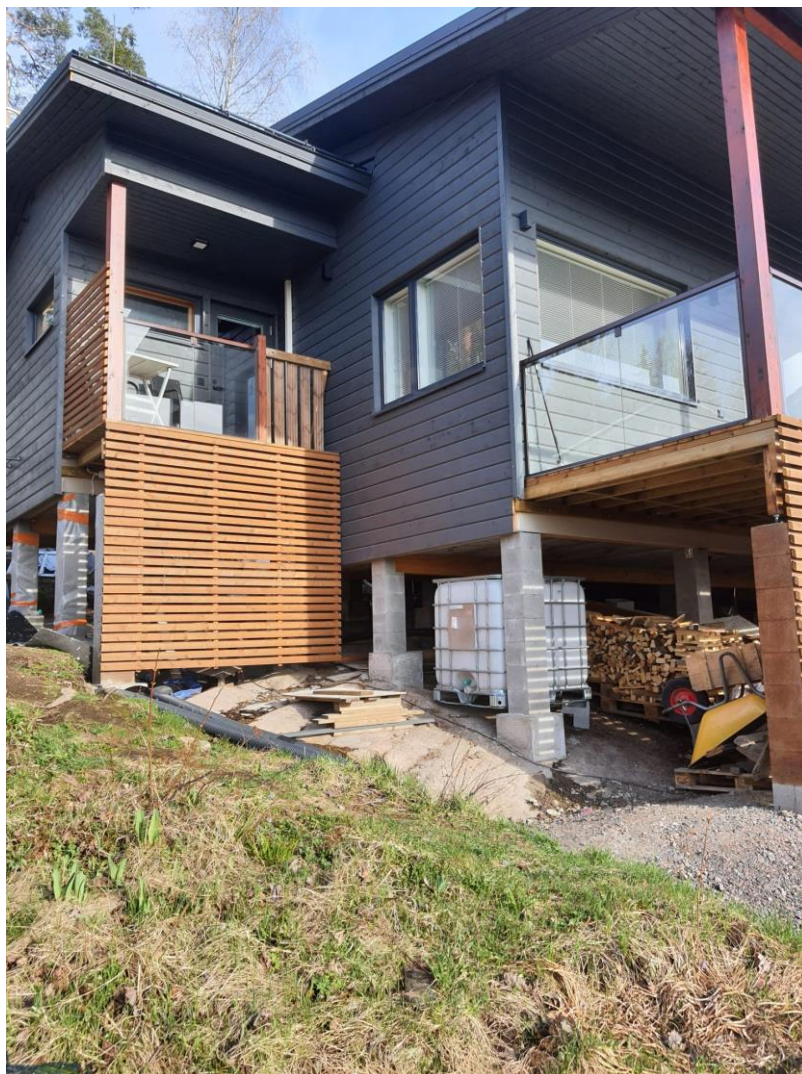


Kuva 1. Antiikin Egyptin aikaiset portaavat (Hignett, 2019).

2 KOHTEEN ESITTELY

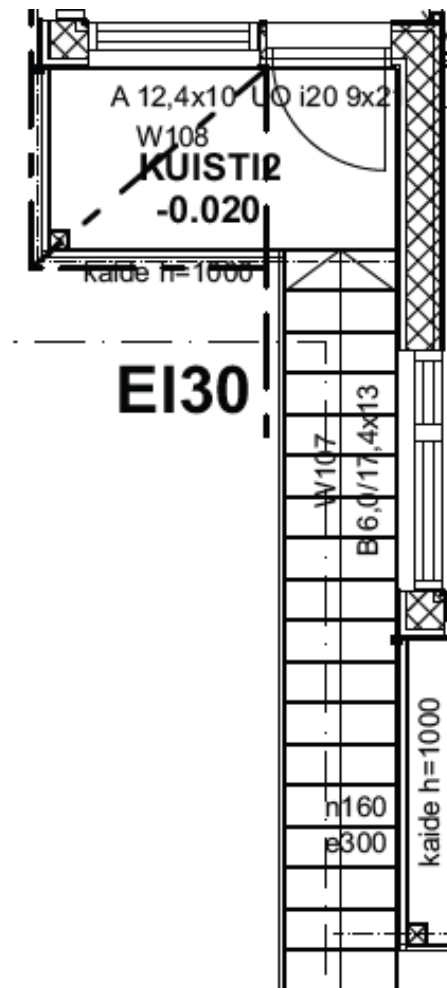
Työssä käsiteltävä porras liittyy erääseen uudisrakennusprojektiin, portaikko liittyy rakennusprojektiin varauloskäytinä rakennuksesta.

Kuvassa 1 toimeksiantajan portaikolle kaavailema positio, kuvassa 2 rakennuksen suunnittelijan hahmotelma ja näkemys portaikosta.



Kuva 2. Portaikolle käytettävissä oleva tila.

Toimeksiantaja määrittelee portaikon käytettävissä olevaksi tilaksi KUISTI2:n koko leveyden, sekä pituus suunnassa rajoitteeksi alemman kuistin päädyn tasan. Portaikon on lisäksi soinnuttava rakennuksessa käytettyihin materiaaleihin, lisäksi portaikolta toivotaan pitkäikäisyyttä.



Kuva 3. Otanta rakennuksen pohjapiirustuksesta. (Ruohola, 2021)

3 PORTAIKKO

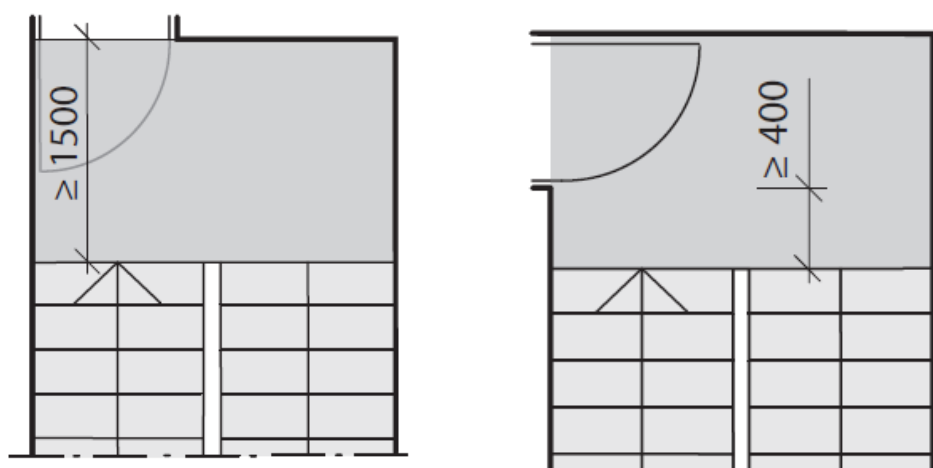
3.1 Käyttöturvallisuus

3.1.1 Yleisesti

Portaan veloitetaan olevan tilaan luonteeseen nähden soveltuva ja turvallinen, portaikon ei sallita märkänäkään olla liukas (Ympäristöministeriön asetus, 2017). Liukkautta kyetään hallitsemaan esimerkiksi varustamalla askelma erillisin liukuestesovelluksin (PORTAAT JA LUISKAT, 2019), sekä ohjaamalla askelmaan päälle kertynyt vesi urituksin ja veden poistorei'ityksin askelmasta ja portaikosta.

Portaikon vähimmäisleveys on 850 mm (Ympäristöministeriön asetus, 2017), mutta portaikosta on kyettävä kuljettamaan liikuntakyvytön henkilö parikuljetuksella jokaiselta poistumisalueelta.

Portaikon tasanteiden veloitetaan olevan sopivan väljät. Portaikon ja kohtisuoraan portaikkoa sijoitettuun oven väliin veloitetaan jäämään vähintään 1500 mm etäisyys (PORTAAT JA LUISKAT, 2019), oven ollessa portaikon vieressä etäisyyden veloitetaan olevan vähintään 400 mm (PORTAAT JA LUISKAT, 2019).



Kuva 4. Tasanteen vähimmäisetäisyyden oveen nähden (PORTAAT JA LUISKAT, 2019).

3.1.2 Askeletemä ja – nousu

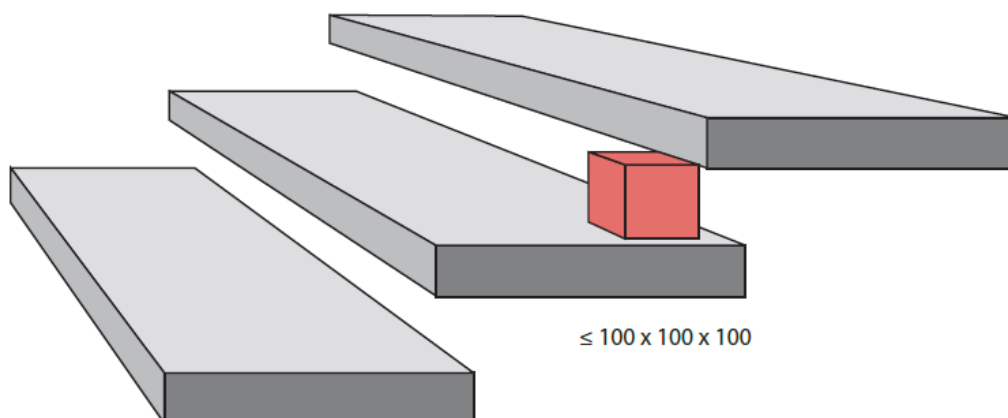
Kattamattoman ja lämmittämättömän portaikon askeletemältä vaaditaan vähintään 390 millimetrin etenemää ja askelnousulta maksimissaan 130 millimetrin nousua (Ympäristöministeriön asetus, 2017).

Askeletemä ja – nousu tulee olla vakio koko portaikossa. Rakennustieto Oy:n ohjekortissa RT 103027 määritetään lisäksi sallittavan portaikon kerrosvälillä seitsemän millimetrin asennustoleranssi, joka suositellaan sovellettavaksi alimpaan askelnousuun (PORTAAT JA LUISKAT, 2019).

Askeletemmän ja -nousun luontevalle ja helppokulkuiselle suhteelle sovelletaan lausekkeen 1 ehtoa. Lausekkeessa merkintää g -kirjaimella kuvataan askeletemmää ja h -kirjaimella askelnousua. (Terösportaiden mitoitus, mallinnus ja piirustustuotanto, 2017)

$$600 \leq g + 2h \leq 660 \quad (1)$$

Portaikok askelmien lävitse saa mahtua maksimissaan testikuutio, jonka särmän pituus on 100 millimetriä (Ympäristöministeriön asetus, 2017).

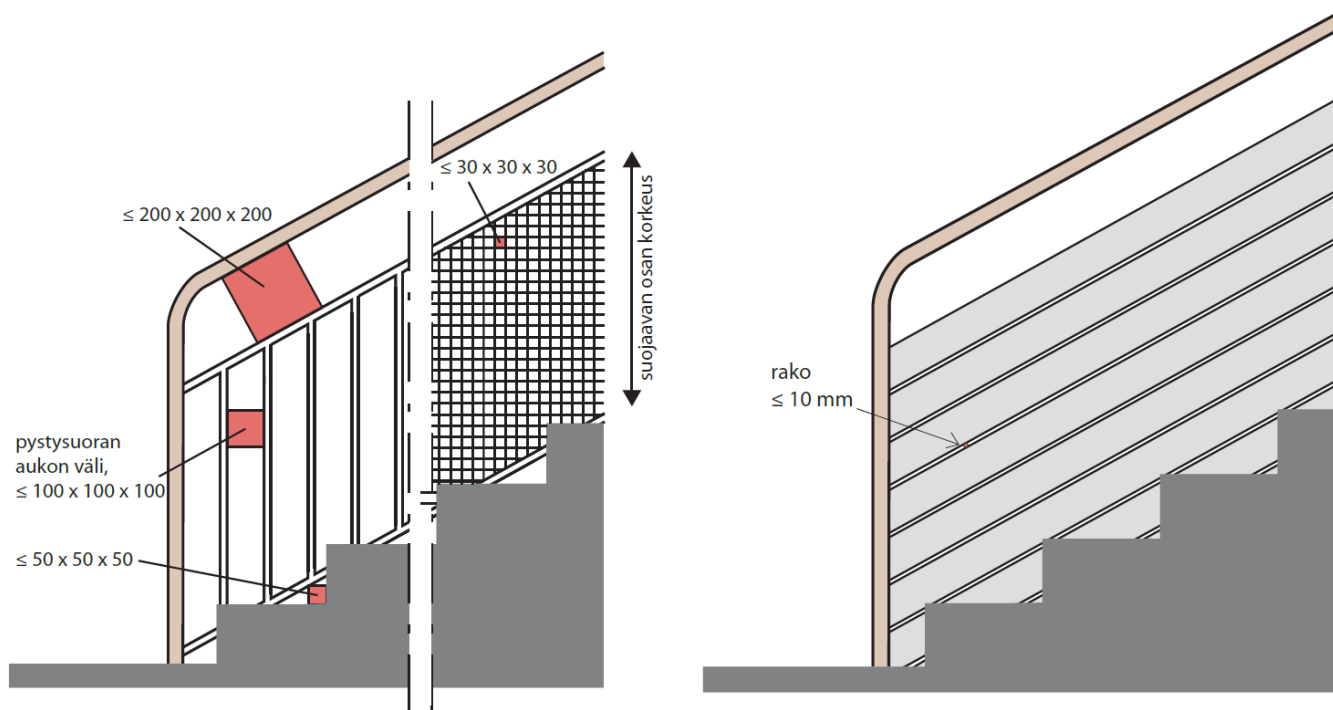


Kuva 5. Portaikok askelmien enimmäisväli kuvitettuna (PORTAAT JA LUISKAT, 2019).

3.1.3 Kaide

Portaikossa on oltava putoamiselta suojaava kaide, mikäli putoamiskorkeutta on yli 500 millimetriä tai portaikosta harhaan astumisen riski on ilmeinen (Ympäristöministeriön asetus, 2017).

Kaiderakenne tulee olla mietitty ja toteutettu siten, ettei kaiteen rakenne mahdollista kiipeilyä. Kaiderakenteiden mahdollisista pystysuuntaisista aukoista ei sallita läpäistäväksi testikuutiota, jonka särmän pituus on yli 100 millimetriä. Muun muotoisissa ja suuntaisissa kaiderakenteissa vaaditaan, ettei rakenteesta saa mennä lävitse testikuutio, jonka särmän pituus on 30 millimetriä tai rakenteen vaakasuuntainen rako ei saa olla yli 10 millimetriä (Kuva 3) (Ympäristöministeriön asetus, 2017). Kaiteen yläreunan ja kaiteen suojaavan osan välistä sallitaan läpi mentäväksi testikuutio, jonka särmän pituus on yli 200 millimetriä. Askelman ja kaiteen välistä ei saa mahtua lävitse testikuutio, jonka särmän pituus on yli 50 millimetriä.



Kuva 6. Kaiteen rakenteiden vaatimukset (PORTAAT JA LUISKAT, 2019).

Ulkotiloissa kaiteen korkeuden on oltava vähintään 1000 millimetriä, kun putoamiskorkeutta on enimmillään 6000 millimetriä. Kaidekorkeuden tulee olla vähintään 1200 millimetriä, kun putoamiskorkeutta on yli 6000 millimetriä.

Portaikoin kaide voidaan valmistaa myös lasista. Portaikoin lasikaiteisiin on ilmeistä törmätä, jolloin nämä on valmistettava turvalasista (Ympäristöministeriön asetus, 2017).

Portaikoin kaide tulee myös varustaa käsijohteella, molemmin puolin portaikoin porrassyöksyä. Käsijohteen tulee olla sen muotoinen, että siitä saadaan hyvä ja tiukka ote kädellä. Käsijohteen tulee jatkua yhtenäisenä koko portaikoin matkan (Ympäristöministeriön asetus, 2017). Käsijohteelle on varattava noin 45 millimetrin tila (PORTAAT JA LUISKAT, 2019) seinästä tai muusta esteestä, jottei käsi, kättä käsijohteella liu'utettaessa takerru tai kiilaannu seinään taikka esteeseen.

3.2 Rakenteiden lujuus ja vakaus

3.2.1 Yleisesti

Kantavilta rakenteiden suunnittelulta ja toteutukselta odotetaan, että ne mitoitetaan lujiksi ja stabiileiksi rakennuspaikan olosuhteisiin nähden, rakenteiden on säilytettävä tekniset ominaisuudet koko suunnitellun käyttöajan ajan (Ympäristöministeriö, 2023).

Ympäristöministeriön laatimassa rakentamismääräyskokoelmassa todetaan rakenteiden teknisten vaatimusten täyttyvän, kun suunnittelussa ja toteuttaessa noudatetaan sovellettavaa eurokoodia sekä siihen liittyviä kansallisia valintoja (Ympäristöministeriö, 2023).

Eurokoodin 1 osassa 1-1 (standardi SFS-EN 1991-1-1 + AC), jossa määritellään kantavalle rakenteelle hyötykuormitus, luokitellaan asuin- ja majoitustilat luokkaan A (Eurokoodi 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-1: Yleiset kuormat. Tilavuuspainot, oma paino ja rakennusten hyötykuormat, 2011).

Taulukko 1. Rakenteiden luokitus (Eurokoodi 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-1: Yleiset kuormat. Tilavuuspainot, oma paino ja rakennusten hyötykuormat, 2011)

Luokka	Käyttötarkoitus	Esimerkki
A	Asuin- ja majoitustilat	Asuinrakennusten huoneet, sairaaloiden potilas- ja toimenpidehuoneet, hotellien ja retkeilymajojen makuuhuoneet, keittiöt ja WC:t.
B	Toimistotilat	
C	Tilat, joihin ihmiset voivat kokoontua (poikkeuksena luokkiin A, B, ja D kuuluvat tilat) ¹⁾	C1: Tilat, joissa on pöytiä yms. esim. koulut, kahvilat, ravintolat, ruokasalit, lukusalit, vastaanottotilat. C2: Tilat, joissa on kiinteät istuimet, esim. kirkot, teatterit, elokuvateatterit, konferenssisalit, luentosalit, kokoussalit, odotussalit, asemien odotustilat. C3: Tilat, joissa ei ole liikkumista rajoittavia esteitä, esim. museo- ja näyttelytilat, julkisten rakennusten ja toimistorakennusten, hotellien ja sairaaloiden eteistilat, asemahallit. C4: Liikuntatilat, esim. tanssisalit, voimistelusalit ja näyttämöt. C5: Tilat, joihin voi syntyä tungosta esim. yleisötapahtumien rakennuksissa; tällaisia ovat konserttisalit, urheiluhallit mukaan luettuina katsomot, terassit ja eteistilat sekä rautatielaiturit.
D	Myyvälätilat	D1: Tavallisten vähittäiskauppojen tilat. D2: Tavaratalojen tilat.
¹⁾ On syytä kiinnittää huomiota kohtaan 6.3.1.1(2), erityisesti luokkiin C4 ja C5 osalta. Standardissa EN 1990 esitetään, milloin dynaamiset vaikutukset on tarpeen ottaa huomioon. Luokkaa E koskevat tiedot ovat taulukossa 6.3.		
HUOM. 1 Aiotusta käyttötarkoituksesta riippuen tilat, jotka todennäköisesti sijoitettaisiin luokkaan C2, C3 tai C4, voidaan tilaajan päätöksellä tai kansallisen liitteen perusteella sijoittaa luokkaan C5.		
HUOM. 2 Kansallisessa liitteessä luokat A, B, C1...C5, D1 ja D2 voidaan jakaa alaluokkiin.		
HUOM. 3 Varasto- ja teollisuustiloja tarkastellaan kohdassa 6.3.2.		

3.2.2 Askelmien ja tasojen hyötykuorma

Eurokoodin 1 osassa 1-1 rakenteiden luokituksen A:n mukaisille portaille suositellaan suunnittelu-kuormitusarvoiksi $q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$ ja $Q_k = 2,0 \text{ kN}$ (Eurokoodi 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-1: Yleiset kuormat. Tilavuuspainot, oma paino ja rakennusten hyötykuormat, 2011). Kuorma q_k on tasaisesti jakautunut kuormitus, kun taas kuorma Q_k on paikallisesti vaikuttava pistekuorma. Pistekuorma Q_k vaikuttaa neliön alalla, jonka sivun pituus on 50 millimetriä. Tasaisesti jakautuneen kuroman q_k ja pistekuorman Q_k ei odoteta vaikuttavan saman aikaisesti (Eurokoodi 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-1: Yleiset kuormat. Tilavuuspainot, oma paino ja rakennusten hyötykuormat, 2011).

Taulukko 2. Rakenteiden ominaiset hyötykuormat luokittain, suositusarvot alleviivattuina .

Kuormitettujen tilojen luokat	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]
Luokka A		
— Välipohjat	1,5... <u>2,0</u>	<u>2,0</u> ...3,0
— Portaat	<u>2,0</u> ...4,0	<u>2,0</u> ...4,0
— Parvekkeet	<u>2,5</u> ...4,0	<u>2,0</u> ...3,0
Luokka B	<u>2,0</u> ... <u>3,0</u>	1,5... <u>4,5</u>
Luokka C		
— C1	<u>2,0</u> ... <u>3,0</u>	3,0... <u>4,0</u>
— C2	<u>3,0</u> ... <u>4,0</u>	<u>2,5</u> ...7,0 (4,0)
— C3	<u>3,0</u> ... <u>5,0</u>	<u>4,0</u> ...7,0
— C4	<u>4,5</u> ... <u>5,0</u>	<u>3,5</u> ... <u>7,0</u>
— C5	<u>5,0</u> ...7,5	<u>3,5</u> ... <u>4,5</u>
Luokka D		
— D1	<u>4,0</u> ...5,0	<u>3,5</u> ...7,0 (<u>4,0</u>)
— D2	<u>4,0</u> ... <u>5,0</u>	<u>3,5</u> ... <u>7,0</u>

3.2.3 Kaidekuorma

Kaidekuormaksi rakenteessa, joka on luokiteltu luokkaan A, suositetaan 0,5 kN/m. Kuormitus on tasainen ja vaakasuuntaista viivamaista kuormaa (Eurokoodi 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-1: Yleiset kuormat. Tilavuuspainot, oma paino ja rakennusten hyötykuormat, 2011).

Taulukko 3. Rakenteiden luokkien mukainen kaidekuorma, alleviivattua arvoa suositellaan (Eurokoodi 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-1: Yleiset kuormat. Tilavuuspainot, oma paino ja rakennusten hyötykuormat, 2011).

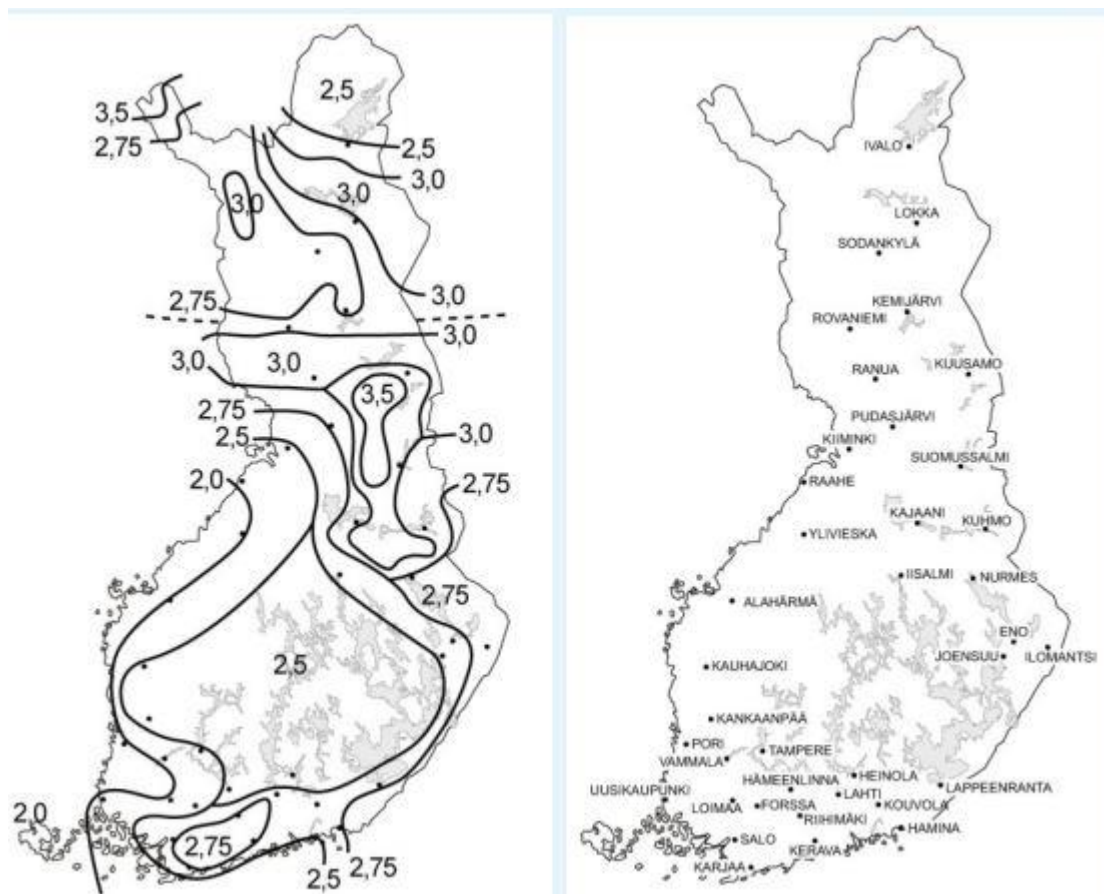
Kuormitettu tila	q_k [kN/m]
Luokka A	q_k
Luokat B ja C1	q_k
Luokat C2...C4 ja D	q_k
Luokka C5	q_k
Luokka E	q_k
Luokka F	Ks. liitettä B
Luokka G	Ks. liitettä B
HUOM. 1 Luokkien A, B ja C1 tiloihin kuorman q_k arvo voidaan valita väliltä 0,2 kN/m...1,0 kN/m (<u>0,5</u> kN/m).	
HUOM. 2 Luokkien C2...C4 ja D tiloihin kuorman q_k arvo voidaan valita väliltä 0,8 kN/m... <u>1,0</u> kN/m.	
HUOM. 3 Luokan C5 tiloihin kuorman q_k arvo voidaan valita väliltä <u>3,0</u> kN/m...5,0 kN/m.	
HUOM. 4 Luokan E tiloihin kuorman q_k arvo voidaan valita väliltä 0,8 kN/m... <u>2,0</u> kN/m. Luokan E tiloissa vaakakuormat riippuvat käyttöasteesta. Tämän vuoksi kuorman q_k arvo määritellään vähimmäisarvona ja tarkistetaan kyseisen käyttöasteen mukaan.	
HUOM. 5 Kun huomautuksessa 1, 2, 3 tai 4 annetaan vaihteluväli, niin kyseiselle kuorman arvolle voidaan kansallisessa liitteessä antaa kiinteä arvo. Suositusarvo on alleviivattuna.	
HUOM. 6 Kansallisessa liitteessä voidaan määritellä lisää pistekuormia Q_k ja esittää, miten kovan tai pehmeän kappaleen törmäyksen vaikutukset selvitetään laskennallisesti tai kokeellisesti.	

3.2.4 Tuulikuorma

Ympäristöministeriön julkaisemassa Rakenteiden lujuus ja vakaus -julkaisussa viitataan eurokoodi 1:n osaan 1–6 tuulen mitoitusarvoksi 18 m/s käsittäen koko maan meri ja tunturialueet mukaan luetuna (Rakenteiden lujuus ja vakaus, 2019).

3.2.5 Lumikuorma

Lumikuorman ominaisarvo valikoituu maantieteellisesti kuvasta 4.



Kuva 7. Lumikuorman ominaisarvo (Rakenteiden lujuus ja vakaus, 2019).

3.2.6 Suunniteltu käyttöikä

Käyttöikä on suorassa suhteessa rakenteessa sovellettuun pinnoitusmenetelmään sekä ympäristön kuormittavuudesta. Tyypillinen teräsrakenteen pintakäsittely menetelmä on kuumasinkitys, joka on eräs kustannustehokkaimmista pinnoitusmenetelmistä suhteutettuna käyttöikänsä. Rakennetta voidaan kuumasinkityskäsittelyn lisäksi käsitellä esimerkiksi maalaamalla visuaalisista syistä. Erillisellä maalipinnoituksella lisää pienissä määrin rakenteen käyttöikää.

Vaihdettavissa oleville rakenneosille suositellaan erään lähteen mukaisesti 10–25 vuotta (TERÄSRAKENTEIDEN PINNOITTEET JA KÄYTTÖIKÄSUUNNITTELU).

4 TUOTEKEHITYS

4.1 Tuotekehitysprosessi

Tuotekehitysprosessin keskeisin toiminto on luoda loppukäyttäjän odotukset ja tarpeet täyttävä tuote. Loppukäyttäjä odottaa tyypillisesti odottaa tuotteelta muutakin kuin teknistä laatua. Tyypillisiä odotuksen kohteita on visuaalinen ulkonäkö, helppo käytettävyys, helppo huoltoisuus tai huoltovapaus, pitkä käyttöikä.

Niin uudet, kuin jo markkinoilla olevat tuotteet käyvät läpi erityyppisiä tuotekehitysprosesseja. Uudet tuotteet lähtevät mahdollisista loppukäyttäjien tarpeiden pohjilta kehitettävistä ideoista ja konsepteista prototyyppeihin ja tästä aina markkinoille lanseerattavaan tuotteeseen. Jo markkinoilla käyvät yleisesti jatkuvaa kehitystä, tehostaen niin rakenteita kustannustehokkaimmiksi valmistaa kuin tuoden mahdollisia loppukäyttäjien tarpeita tyydyttäviä lisäominaisuuksia.

Järjestelmällinen tuotekehitysprosessi sisältää tyypillisesti ideoinnin- konsepti-, suunnittelu-, testaus- ja lanseerausvaihteet.

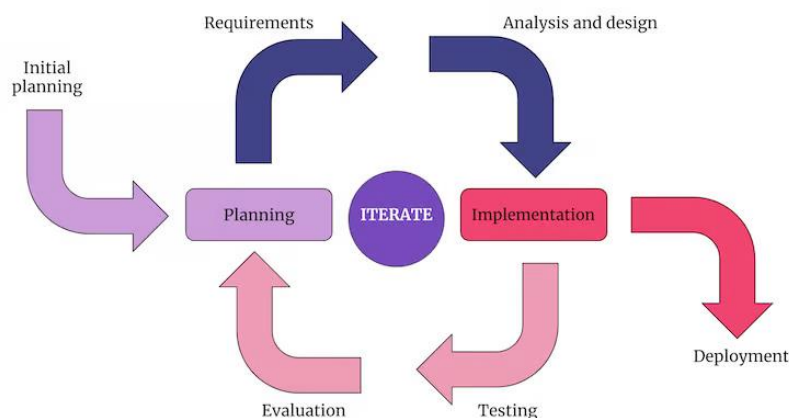
Ideointivaiheessa kerätään ideoita erilähteistä. Lähteitä voivat olla esimerkiksi markkinatutkimukset, organisaation sisäiset kehitysideat ja asiakaspalaute. Hyvänä menetelmänä ideointiin toimii aivoriihi-menetelmä, joka tunnetaan myös brainstorming-menetelmänä. Menetelmän ajatuksena on, että ideoinnin tapauksessa määrä korvaa laadun. Mitä enemmän ideoita, sitä parempi mahdollisuus kuningatseaan.

Konseptivaiheessa kerätyt ideat on seulottu lupaavimpiin ideoihin ja mahdollisesti useampi idea on sulautettu yhdeksi idean kokonaisuudeksi. Valikoiduista ideoista koostetaan ja suunnitellaan konsepti. Konsepti tasolla tuotteesta tunnetaan pääominaisuudet sekä toimintaperiaate.

Suunnitteluvaiheessa konseptia jatkokehitetään yksityiskohtatasolle ja ominaisuuksia täsmennetään. Suunnitteluvaihe voi käsittää myös prototyypin luomisen.

Testausvaiheessa suunnitteluvaiheen tuotokset ja mahdollista prototyyppiä testataan. Testauksessa selvitetään luotettavuutta sekä suorituskykyä. Tuotetta voidaan testata realistisessa ympäristössä pilottihankkeena asiakkaalla testaten asiakasvaatimusten täyttymistä.

Lanseerausvaiheessa tuote on läpäissyt kaikki sille asetetut testit, ja tuote on valmiina markkinoille. Tuotteelle luodaan markkinointi- ja myyntistrategiat.



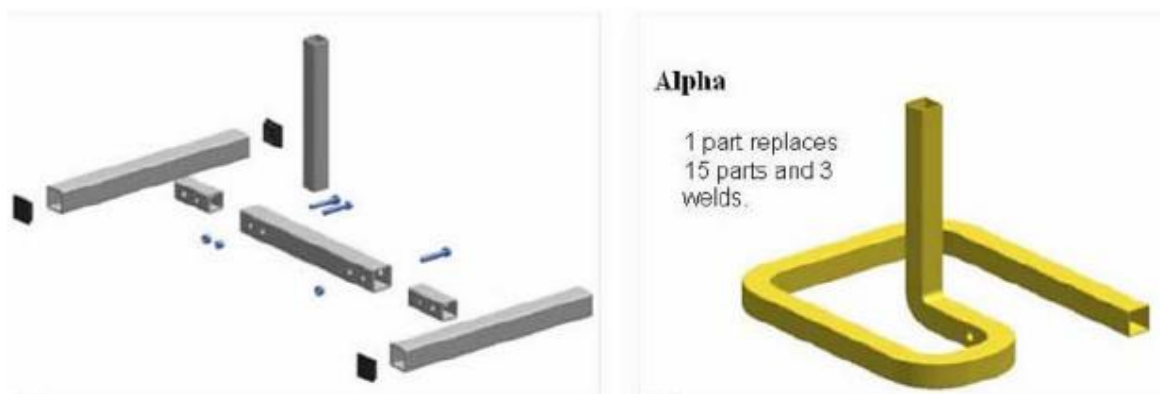
Kuva 8. Tyypillinen tuotekehitysprosessi (Gadam, 2023).

Tuotekehitystä on tämän hitauden vuoksi tehtävä jatkuvasti, sillä toimeettomuus mahdollistaa alan muiden kilpailijoiden etumatkan. Hyvänä esimerkkinä voidaan pitää autoalan sähköistymistrendin kilpailua. Autovalmistaja Toyota toimi pitkään 2000-luvulla hybriditeknikan edelläkävijänä (Moottori, 2016), mutta on täyssähköautoissa jäänyt muiden kilpailijoiden jalkoihin (Luukkanen, 2023).

4.2 Tuotesuunnittelu

Tuotesuunnittelu on yksityiskohtaisempaa suunnittelua, jossa rakenneratkaisulla tyydytetään loppukäyttäjän tuotteelta odottamat vaatteet ja toiveet. Kaikkia tuoteideoita ja toivottuja ominaisuuksia ei tuotteen mahdollisten rajoitteiden vuoksi välttämättä kyetä toteuttamaan, tällöin tuoteominaisuudet on kyettävä priorisoimaan ja löydettävä tärkeimmät ominaisuudet.

Tuotesuunnitteluun tehostamiseksi on saatavissa tukea DFMA-menetelmästä. Kyseinen menetelmä on saanut nimensä englannin kielen sanoista Design For Manufacturing and Assembly. DFMA-menetelmän pääpiirteinen sisältö on jakaa suunniteltava tuote yksinkertaisiin ja virheettömiin kokoonpanoihin.

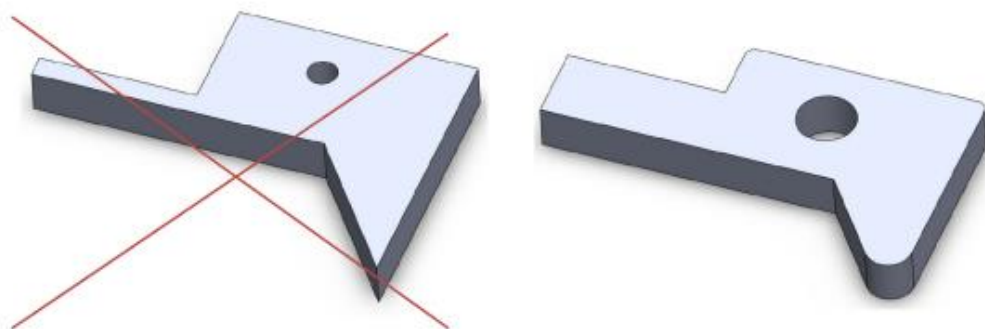


Kuva 9. DFMA-menetelmän mukainen tuotteen uudelleen suunnittelu (Piironen, 2013).

Myös LEAN-filosofiaa voidaan soveltaa tuotesuunnittelussa. Pääasiallisena LEAN:n soveltamisessa tuotesuunnitteluun on tuntea ja huomioida asiakastarpeet. Keskittymällä asiakastarpeiden mukaisiin tuoteominaisuuksiin voidaan keskittyä tuottamaan laatua, josta asiakas on valmis maksamaan ja vähentämään toisarvoisista ominaisuuksista (hukka). Tuotekehityksessä saavutetaan tällöin suuremmassa mittakaavassa tehokkuutta ja laatuakin.

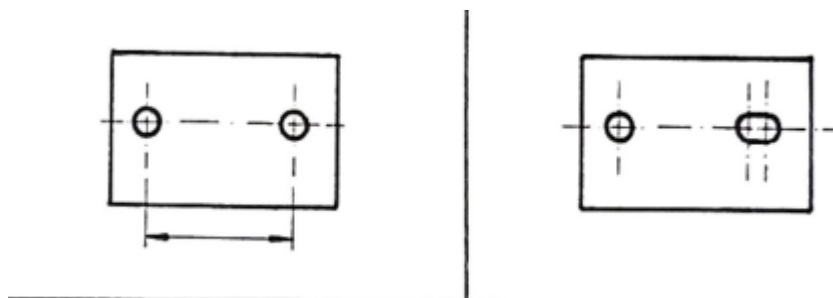
Suunniteltaessa yksittäisiä komponentteja on hyvä suunnitella komponentit mahdollisimman yksinkertaisiksi. Monimutkaiset ja epäsymmetriset osat ovat suurella todennäköisyydellä hankalia, ellei mahdottomia sekä hintavia valmistaa. Suunnittelussa on suositeltavaa käyttää mahdollisuuksien rajoissa yksinkertaisia symmetrisiä muotoja. Suositeltavaa on myös suunnitella komponentti mahdollisuuksien rajoissa myös peilisymmetriseksi, mikäli kokoonpanoon menisi peilikuvallisia erillisiä komponentteja. Olisi myös suotavaa suunnitella yksi ainoa komponentti monen sijasta, joka kävisi monen kohtaan kokoonpanossa.

Komponentin piirteissä suositetaan välttämään teräviä muotoja, näistä voi olla haittaa niin valmistusteknisesti, materiaalin korroosio suojauksessa kuin loppukäyttäjän turvallisuudelle. Myöskään liian ohuita ja pitkiä ulokkeita, sekä suhteettoman pieniä reiän halkaisijoita ei suositella termisesti leikataville levyille. Reiän halkaisijan on oltava suurempi kuin levyn ainevahvuuden.



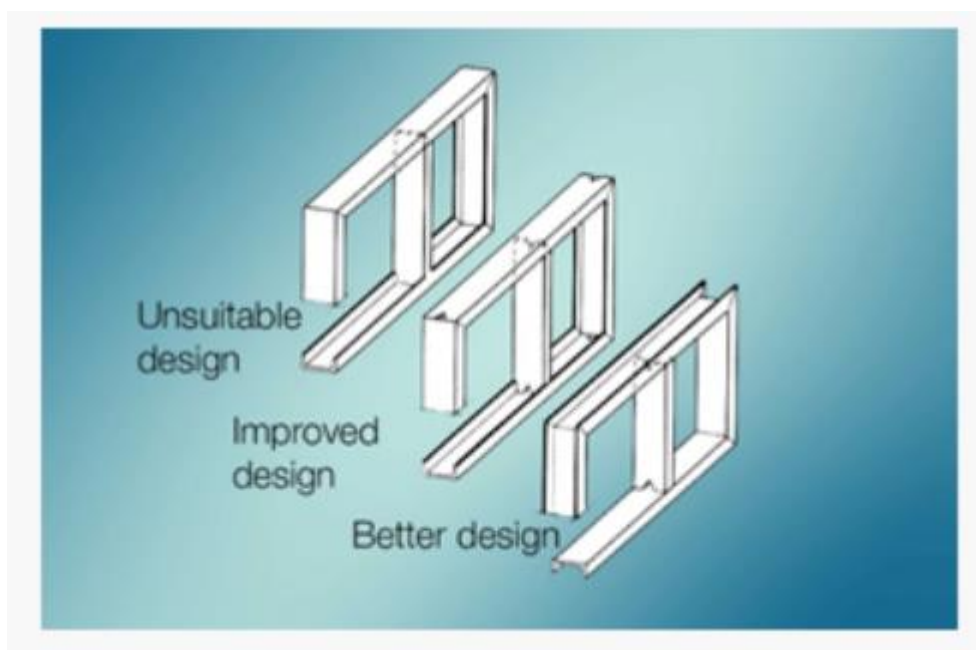
Kuva 10. Teräviä, että ohuita ulokkeita suositellaan välttämään (Piironen, 2013).

Ahtaita toleroituja reikäpareja suositellaan välttämään, parempi ratkaisu on toteuttaa toinen rei'istä ovaalin muotoisena toleranssin saavuttamiseksi.



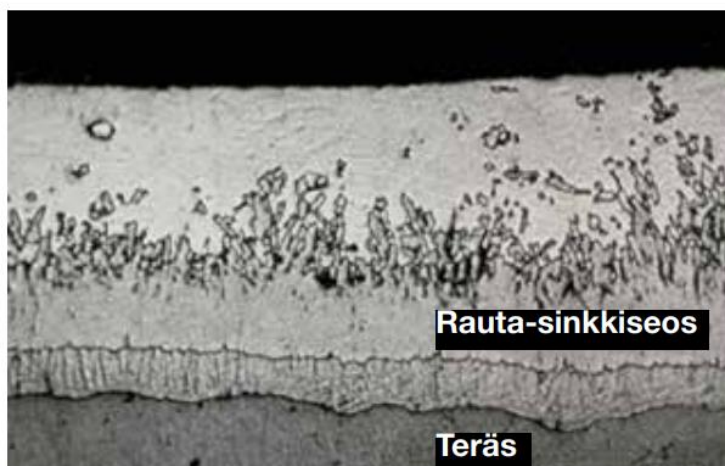
Kuva 11. Suositellumpi tapa toteuttaa toleranssi (Piironen, 2013).

Kuumasinkittävissä rakenteissa tulee lisäksi huomioida sinkityksen vaateet niin komponentille kuin kokoonpanollekin. Kuumasinkityksessä käsiteltävä rakenne upotetaan sulaan sinkkiin, jolloin tulee varmistua, että ilma ja sinkki pääsevät kulkeutumaan esteettä rakenteissa. Erityisesti rakenteet, jotka sisältävät taskumaisia muotoja voivat sen suurempaa suunnittelua aiheuttaa ongelmia. Sinkin ja ilman kulkeutumista voidaan helpottaa tätä varten suunnitelluilla sinkitysrei'illä, viisteillä ja muilla muodoilla. Samat muodot voivat toimia valmistusteknillisesti nurkkahelpotuksina (särmätyt levyosat), sekä vedenpoistoreikinä. Kuumasinkittävissä rakenteissa suositellaan lisäksi käyttämään saman ainevahvuuksisia materiaaleja estämään epätasaisesti jäähtymisestä johtuvia vääntymisiä.



Kuva 12. Suositeltu kuumasinkittävä rakenne (Kuopion Kuumasinkitys, 2023).

Käytetty teräsmateriaali vaikuttaa kuumasinkityksen laatuun. Keskeisin tekijä kuumasinkityksen laadussa on teräslaatuojen pii- ja fosforipitoisuuksilla, jonka mukaan teräkset luokitellaan kolmeen ryhmään. Ryhmät ovat Alapii-, keskipii- ja yläpiiteräs.



Kuva 13. Poikkileikkaus kuumasinkin muodostamasta pinnoitteesta (Hirn, 2020).

Alapiiteräksissä teräksen pii- ja fosforipitoisuudet ovat alle 0,03 %. Kyseinen teräsluokan teräksien kuumasinkityksessä saavutetaan ulkonäöllisesti paras laatu, joskin pinnoitteen paksuus on tyypillisesti luokkaa 55–85 μm .

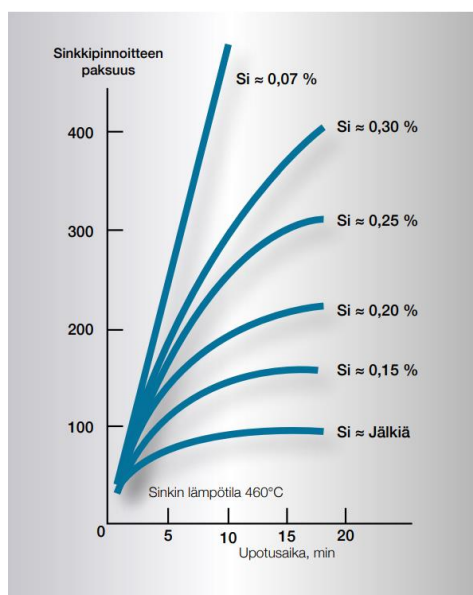
Keskiapiiteräksissä teräksen piipitoisuudet ovat välillä 0,15–0,25 %. Teräsluokan teräksien kuumasinkityksen ulkonäössä voi esiintyä alueellisia värieroja, mutta pinnoitteen paksuus on huomattavasti alapiiterästä parempi. Tyypillinen pinnoitteen paksuus on luokkaa 85–115 μm . Pinnoite on päälle maalattavissa.

Yläpiiteräksissä teräksen piipitoisuudet ovat väliltä 0,25–0,35 %. Teräsluokan teräksillä päästään suuriin pinnoitteen paksuuksiin, mutta ulkonäössä on suuria väriero vaihteluita. Pinnoite on erittäin hankala päälle maalattava. Tyypillinen pinnoitteen paksuus on luokkaa 115–215 μm .

Lisäksi on olemassa neljäskin ryhmä, nimeltään Sandelin-teräkset. Sandelin-teräs on puolitiivistettyä terästä, 0,03–0,14 % pii- ja fosforipitoisuuksilla. Kyseisen teräsluokan teräksia ei suositella lainkaan kuumasinkittäväksi heikohkon tarttuvuuden vuoksi.



Kuva 14. Teräsluokkien välistä eroa pinnanlaadussa (Kuopion Kuumasinkitys, 2023).



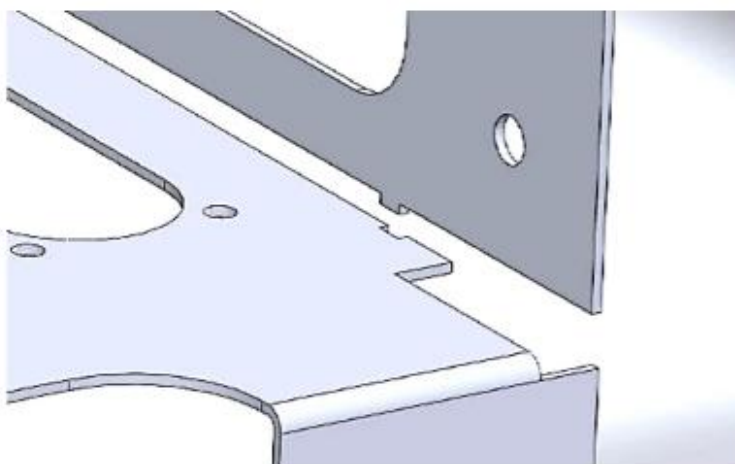
Kuva 15. Kuumasinkityksen paksuudet suhteessa upotusaikaan (Hirn, 2020).

Niin uusi että vanhankin kuumasinkitty pinta voidaan päälle maalata, kyseistä käsittelyä kutsutaan Duplex-käsittelyksi. Maalipinnalla voidaan lisätä kuumasinkityksellä korroosiosuojatun rakenteen kestävyyttä entisestään. Kuumasinkityn pinnoitteen päälle maalaaminen vaatii luonnollisesti puhdistuksen ja esikäsittelyn, jotta maali tulee kestäväksi pinnassa. Myös juuri kuumasinkitty rakenne tulee esikäsittellä ja puhdistaa, sillä tuoreen ja kiiltävältä näyttävälle pinnalle on ehtinyt syntyä korroosiotuotteita.



Kuva 16. Duplex-käsitelty rakenne, jossa maalipinnan alla ollut kosteus aiheuttanut kuumasinkkiin valkoruostetta (Hirn, 2020).

Komponentteihin suositellaan lisäksi suunniteltavan erityisiä paikoittimia komponenttien asemoimiseksi kokoonpanossa paikoilleen. Paikoittimet on myös syytä suunnitella siten, ettei mahdollisuutta väärin paikoittamisesta ole.



Kuva 17. Komponentin paikoitin paikoituksen saavuttamiseksi (Piironen, 2013).

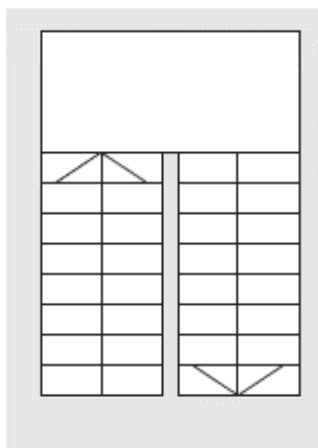
On myös syytä suunniteltaessa miettiä pahinta skenaariota ja suunnitella Fail-Safe -periaatteella. Kyseisessä suunnitteluperiaatteessa rakenne suunnitellaan siten, että vika tilanteessa vian tai virheen sattuessa tuote ei menetä ominaisuuksiaan, vaan kykenee toimimaan turvallisesti virheen havaitsemiseen ja korjaamiseen asti. Esimerkiksi lentokoneen ohjausjärjestelmä on kahdennettu, toisen vikaantuessa siirrytään varajärjestelmään.

5 PORTAIKON SUUNNITTELU

5.1 Layout-suunnittelu

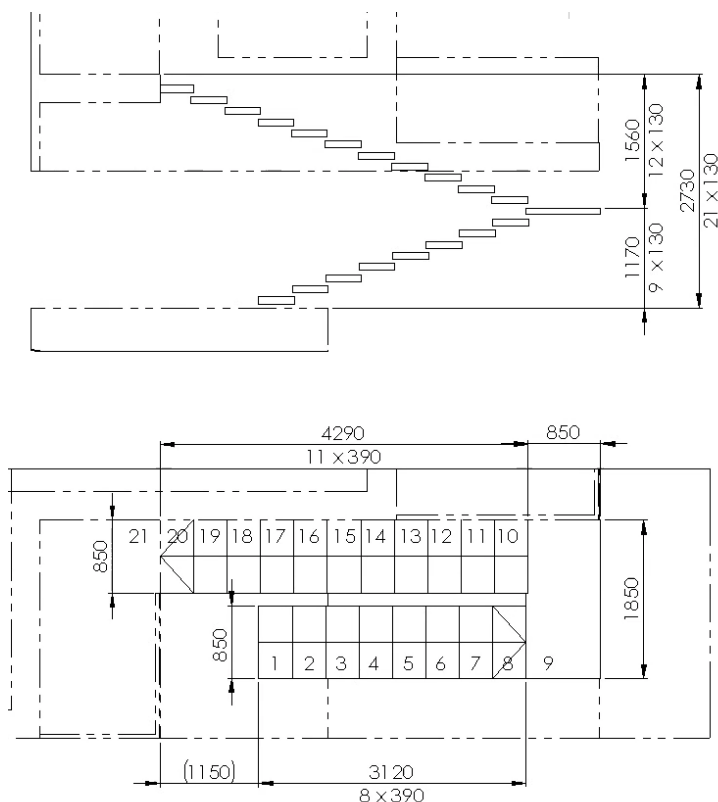
Portaikon layout:ia suunnitellessa, käytettävissä on rakennuksen suunnittelijan laatima hahmotelma ja ajatelma portaikosta (kuva 2). Kuvaa tutkiessa voidaan todeta, ettei hahmotelma ole vallitsevaan tilanteeseen nähden käyttökelpoinen. Hahmotelman mukaiset askelnousu ja -etenemä eivät noudata kattamattomalle ulkoportaalle asetettuja vaateita.

Määritetyn käytettävissä olevan tilan ahtauden vuoksi portaikon layout:ksi on sovellettavissa ainoastaan kaksisyöksyinen portaikko, kuvan 7 kaltainen.



Kuva 18. Kaksisyöksyinen portaikko (PORTAAT JA LUISKAT, 2019).

Määritettyyn tilaan on mahdutettava vähintään kuvan 9 mittainen portaikko. Minimi mitoituksessa ei ole vielä huomioitu reisipalkkeja, eikä päätekaidetta.



Kuva 19. Portaikon minimi mitoitus

5.2 Tuotesuunnittelu

Toimeksiantajan toiveena oli muun muassa soveltaa muussa rakennuksessa käytettävää arkkitehtuuria portaikossa. Portaikon on soinnuttava rakennukseen kuin ympäröivään ympäristöön. Rakenteilta toivottiin lisäksi useamman vuosikymmenen kestävyyttä.

Tuotesuunnittelussa ensisijaisesti pyritään etsimään tahoja, jolla on valmiina määritteiden täyttävä tuote käytettäväksi portaikoin toteutukseen. Suomessa suurimpia teräksestä portaita valmistavia tahoja ovat muun muassa LK Porras Oy, Suomen Teräsrtilä STR Oy, Combiporras Oy sekä kansainvälisestäikin toimiva Weland Oy. Erilaisissa lasikaide-toteutuksissa suurimpia lasikaide valmistajia Suomen markkinoilla ovat kansainvälisesti toimivat Q-railing, sekä Virossa kansainvälisesti toimiva R-FIX OÜ.

Rungon materiaaleina alustavasti suunnitteilla rakenneteräs, standardin SFS-EN 10025-2 mukainen teräslaatu S355. Kaiteet alustavasti suunniteltu toteutettavaksi laminoidusta lasista, niin kutsuttua turvalasi. Käsijohteet visuaalisista syistä toivotaan olevan ruostumatonta terästä.

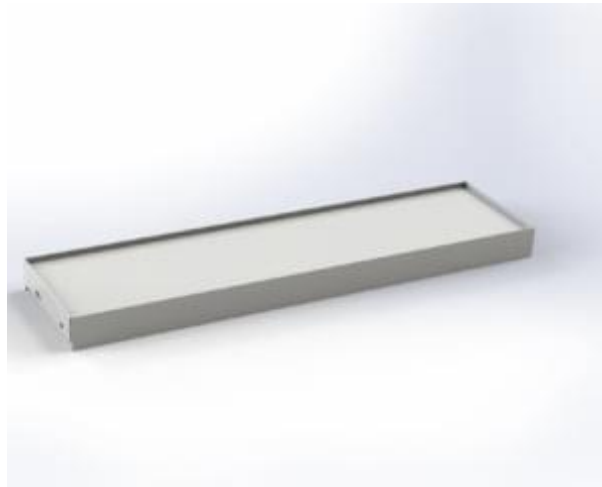
5.2.1 Askelmat ja taso

Tuoteideana askelmissa on toteuttaa askelman runko kehikkomaisena ratkaisuna, jonka päälle asennetaan samanlainen uritettu terassilauta 28x120 kuin rakennuksen terasseilla.



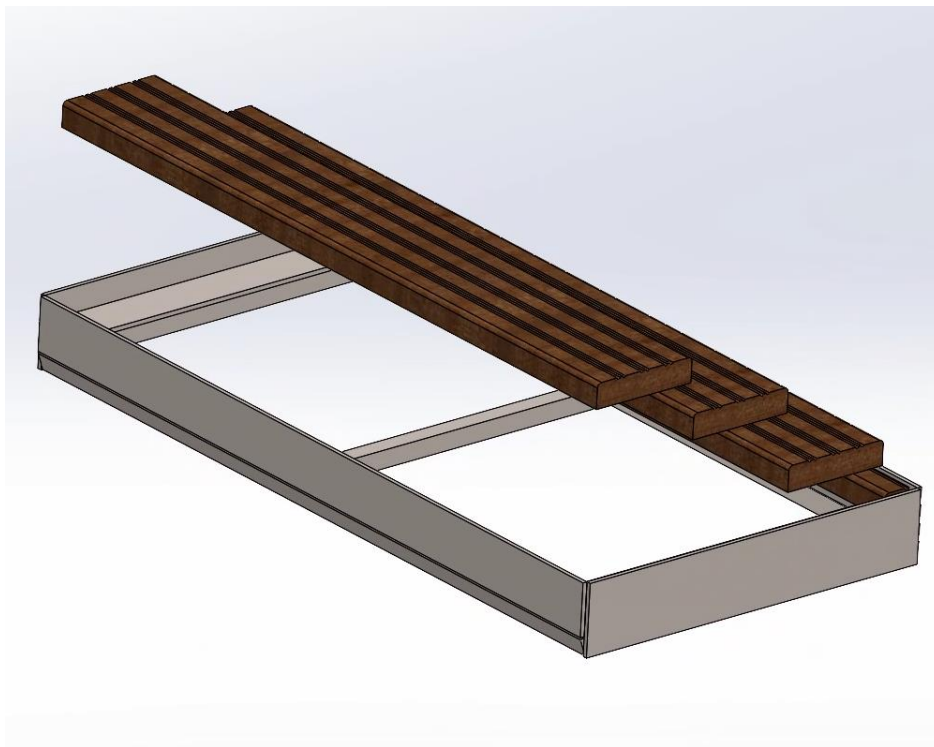
Kuva 20. Terassilauta 28x120 (K-rauta, 2023).

Etsittäessä ja tutkittaessa mahdollista valmistuotetta porrastoimittajilta, ei valmistajilla ole etsittyä valmista askelmaa suunniteltavaan portaikkoon. Lähimpänä haettua askelmaa on LK Porras Oy Levyaskelmallaan. Askelmatyyppiä jatkokehittämällä saadaan toimiva askelmamalli suunniteltavaan portaikkoon.



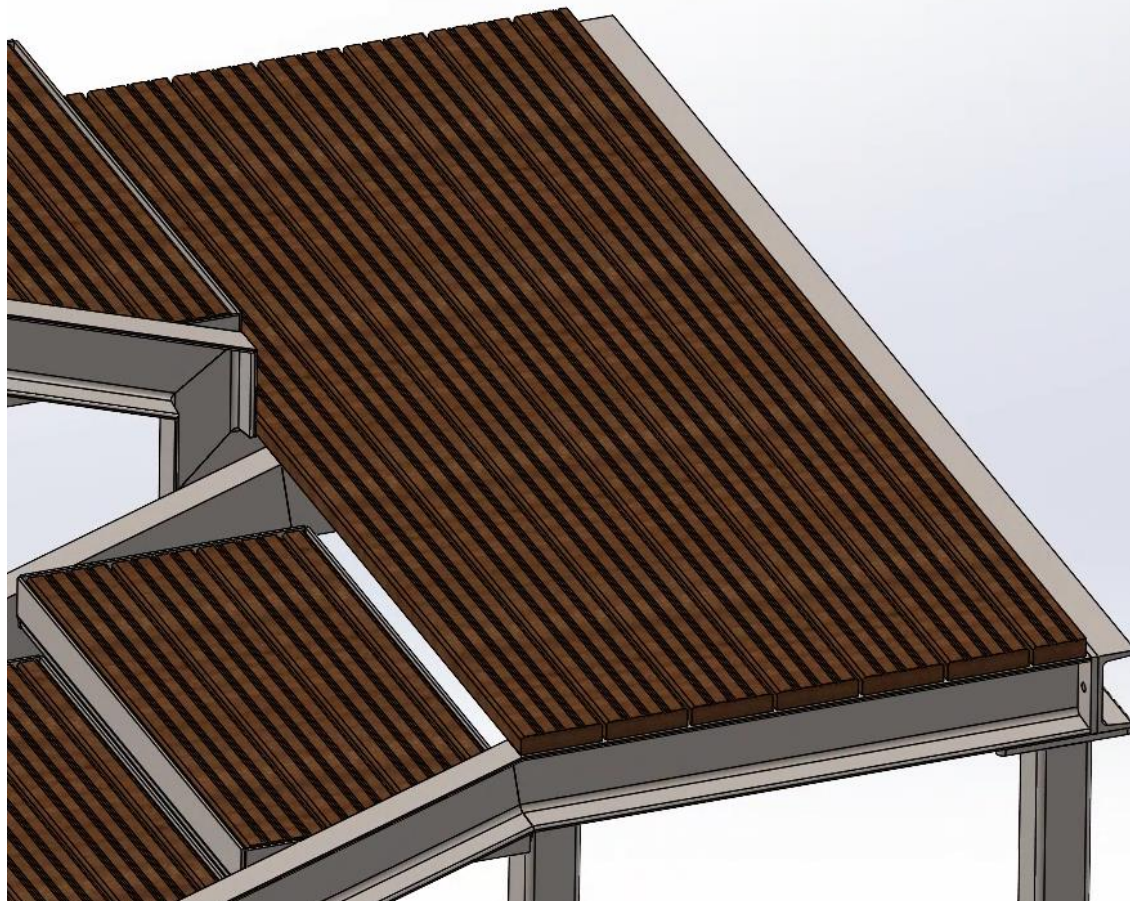
Kuva 21. LK Porras Oy:n Levyaskelma (LK Porras Oy, 2023).

LK Porras Oy:n askelmatyyppin jatkokehityksenä on jatkokehittää askelmatyyppiä ensinnäkin kevyemmäksi ja toiseksi suunnitella askelman runkoon vedenpoisto. Ideana on korvata pohjalevy askelmien päätyihin sijoitettavin ulokkein sekä portaan keskelle sijoitettavalla välituella. Askelman välituen tarkoitus on jäməköittää askelman runkoa, että tukea terassipuuta.



Kuva 22. Hahmotelma tuotekehitetystä askelmasta.

Välitasanteen terassipuulaudoitus on yksinkertaisuudessaan ideoitu asennettavaksi suoraan reispalkkien päälle, yksinkertaistaen näin portaikon rakennetta. Portaikko ei tällöin tarvitse erillistä suunniteltavaa tasorunkoa.



Kuva 23.Idea portaikon välitasanteen toteutuksesta.

5.2.2 Reisipalkit

Reisipalkiksi valikoitui avopalkkeihin lukeutuva UNP-palkki. Kyseinen palkki valikoitui niin geometrian perusteella ja että sitä on helposti saatavilla sen ollessa yleisesti käytettyä metripalkkitavaraa. Lopputukäyttäjää ajatellen palkkia on myös helppo huoltainen, koska palkissa ei ole ulottumattomissa olevia kotelomaisia geometrisiä muotoja. Mahdollinen puhdistaminen ja huoltomaalaukset ovat helppo hoitoisia.



Kuva 24. Reisipalkissa käytetty UNP-palkin profiili (FEON, 2023).

5.2.3 Kaide ja käsijohde

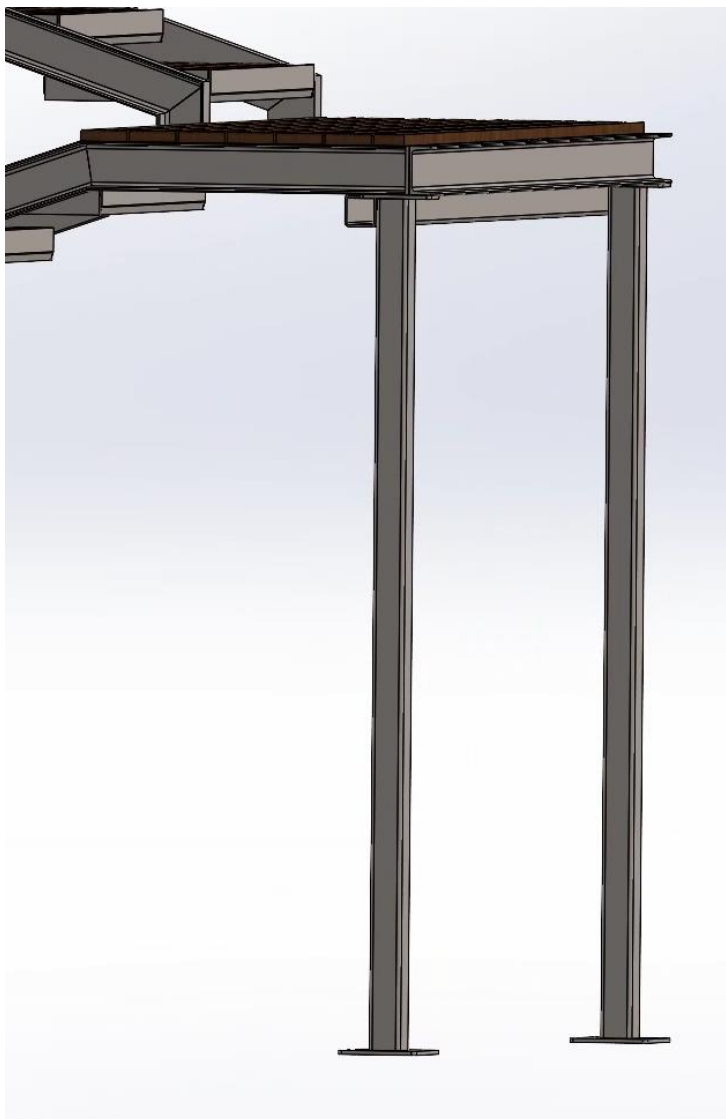
Kaidemalliksi toimeksiantaja määrittelee lasikaiteen. Itse lasi muodostaa putoamissuojan, mutta sen lisäksi viranomaiset vaativat kaiteelta käsijohteen, josta saadaan tukeva ote. Lasikaide-valmistajien (Q-railing, R-FIX OÜ) tuotteita tarkastellessa voidaan todeta, että molemmilla löytyvät vastaavat ratkaisut etsitylle kaide- ja käsijohderatkaisulle



Kuva 25. Q-railing EASY GLASS SLIM-kaidemalli (Q-railing, 2023).

5.2.4 Tukipilarit ja porrassyöksyjen vaakatuenta

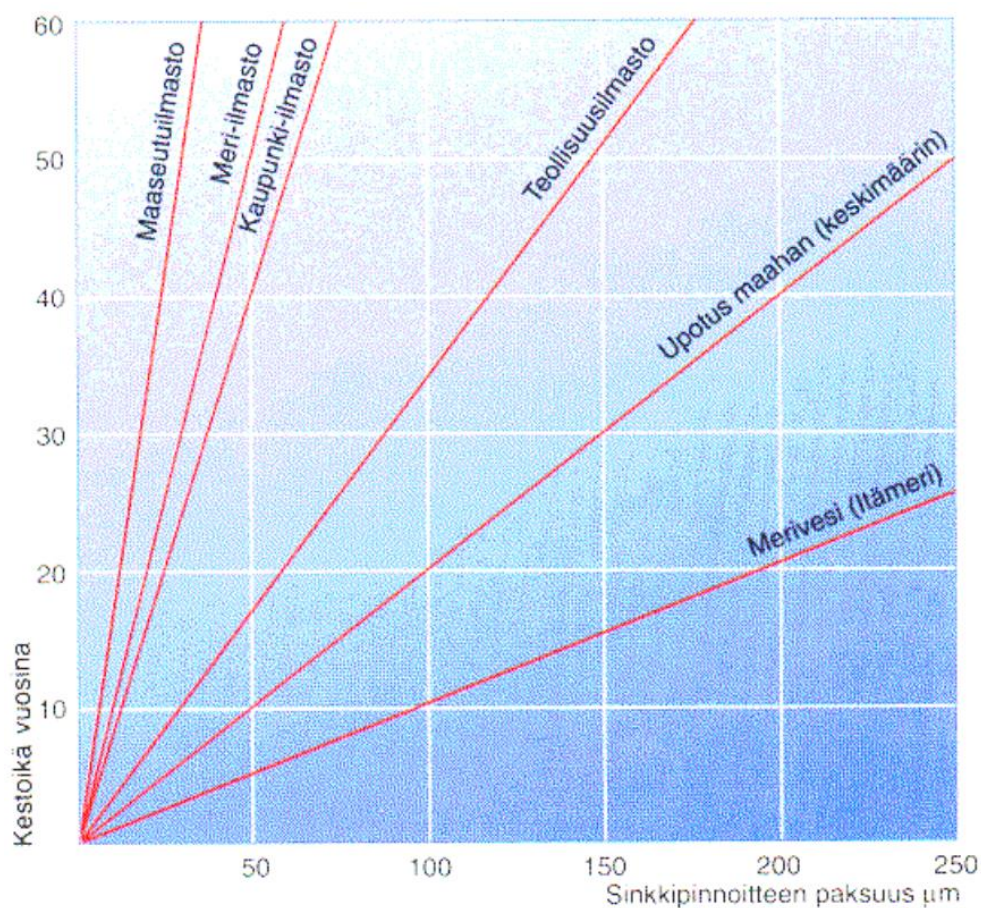
Lepotasanteen tuennaksi ideoin lepotasanteen nurkille sijoitettavia tukipilareita sekä näiden välille vaakasuuntaista tukea sitomaan ja tukemaan lepotasanteen rakennetta tason alta. Pilareihin on myös ideoitu kiinnitettäväksi vastaavaa puurimoitusta kuin rakennuksessa portaikon tukirakenteiden maastouttamiseksi ja häivyttämiseksi näkyvistä.



Kuva 26. Idea lepotasanteen tukiemiseksi.

5.2.5 Pintakäsittely

Pintakäsittelynä nk. Duplex-käsittely soveltuu parhaiten portaikon tapaukseen. Kyseisessä pinnoituksessa peruspinnoina on kuumasinkitys, jolla saavutetaan useiden vuosikymmenien kestävyys sisämaan maaseutumaisessa ympäristössä (ympäristön raskuusluokka C2). Päälimmäiseksi, näkyväksi pintakäsittelykerrokseksi sävytetty maalikerros. Maalin sävyksi rakennuksessa käytetty tumman harmaa RAL 7024 tai vastine.



Kuva 27. Kuumasinkityn rakenteen kestoikä eri ympäristökuormilla (Teräsrakenneyhdistys).

6 LUJUUSTARKASTELU

6.1 Askelmat, tasainen kuormitus

6.1.1 Askelman pääty ja kiinnityslevy

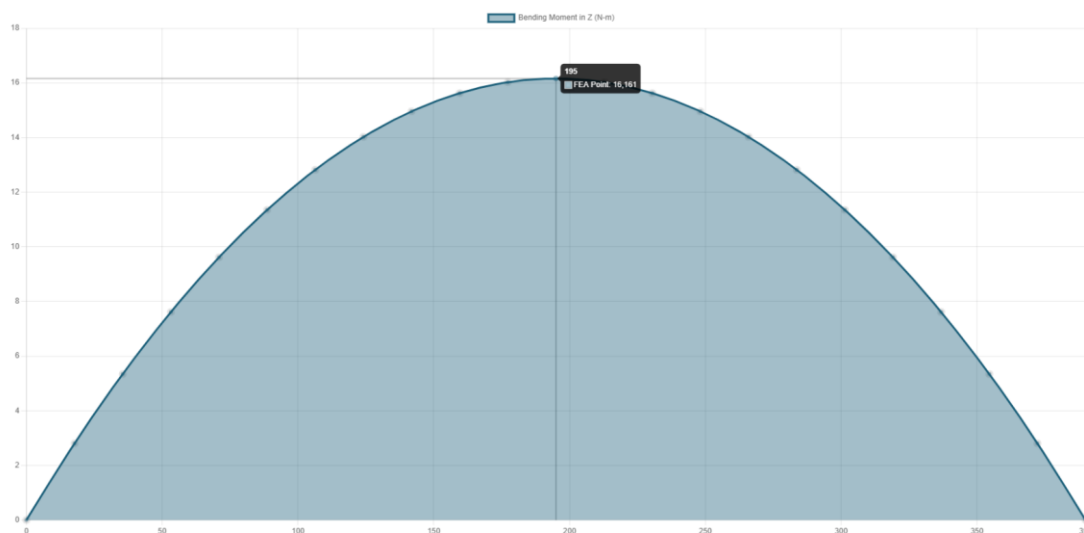
Askelman pääty ja kiinnityslevy muodostavat t-kirjaimen muotoisen geometrian.

Askelman kuormituksen ja geometrian ollessa symmetrinen kuormitus jakautuu molemmille askelmanpäädylle tasaisesti. Askelman päädyn kuormitustilanteen kuvassa 28.

$$q_{\text{askelman pääty}} = 2,0 \text{ kN/m}^2 \cdot \frac{0,85 \text{ m}}{2} = 0,85 \text{ kN/m} = 0,85 \text{ N/mm} \quad (2)$$

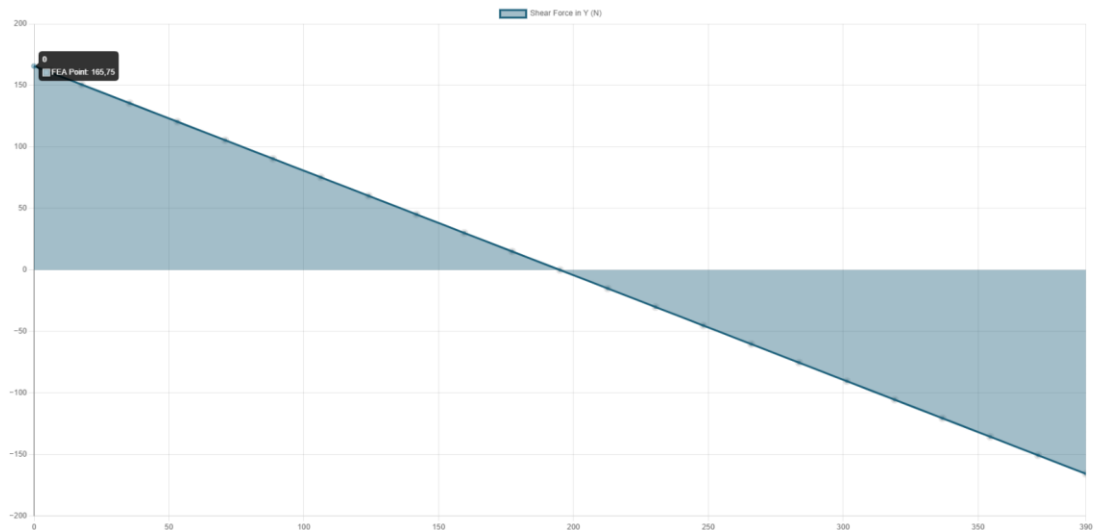


Kuva 28. Askelmanpäädyn kuormitustilanne (SkyCiv, 2023).



Kuva 29. Askelman päädyn taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).

Askelman päädyn suurimmat sisäiset momentti- ja leikkausvoimat edellä olevista kuvioista luettuna on $M_{Ed} = 16,2 \text{ Nm}$ ja $V_{Ed} = 165,8 \text{ N}$.



Kuva 30. Askelman päädyn leikkausvoimakuvio (SkyCiv, 2023).

Lujuustarkasteluissa käytetyt materiaalivakioiden mitoitusarvot ovat noudatettavan Eurokoodin mukaiset rakenneteräslaadulle S355. S355 teräslaadun Eurokoodin mukaiset mitoitus arvot ovat kimmo kertomille $E = 210000 \text{ N/mm}^2$, liukukertomille $G = 81000 \text{ N/mm}^2$ sekä poissonin luku (kimmoi- sella alueella) $\nu = 0,3$. Rakenneteräksen myötörajan ja vetomurtolujuuksien arvot ($t \leq 40 \text{ mm}$) ovat $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ja $f_u = 510 \text{ N/mm}^2$ (EUROCODE 3. TERÄSRAKENTEIDEN SUUNNITTELU. OSA 1-1: YLEISET SÄÄNNÖT JA RAKENNUKSIA KOSKEVAT SÄÄNNÖT, 2005).

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235 \text{ N/mm}^2}{355 \text{ N/mm}^2}} = 0,8136165135 \quad (3)$$

Askelman pääty ja kiinnityslevyn muodostaman geometrian uuma kuuluu poikkileikkausluokaltaan luokkaan 1, sillä seuraava ehto täyttyy.

$$\frac{c}{t} \leq 72\varepsilon$$

$$\frac{80 \text{ mm}}{5 \text{ mm}} \leq 72 \cdot 0,8136165135$$

$$16 \leq 58,6$$

(4)

Askelman päädyn ja kiinnityslevyn muodostaman geometrian laippa kuuluu poikkileikkausluokaltaan luokkaan 1, sillä seuraava ehto täyttyy.

$$\frac{c}{t} \leq 14\varepsilon$$

$$\frac{50 \text{ mm}}{10 \text{ mm}} \leq 14 \cdot 0,8136165135$$

$$5 \leq 11,4 \quad (5)$$

Tällöin askelman päädyn ja kiinnityslevyn muodostama profiili kuuluu kokonaisuudessaan poikkileikkausluokkaan 1.

Askelman päädyn ja kiinnityslevyn poikkileikkauksen neliömomentti saadaan määritettyä seuraavasti.

$$I_z = \frac{1}{3} \sum s_i t_i^3$$

$$I_z = \frac{1}{3} (52,5 \text{ mm} \cdot (10 \text{ mm})^3 + 80 \text{ mm} \cdot (5 \text{ mm})^3) = 20833,3333 \text{ mm}^4 \quad (6)$$

Taivutusvastus W_{pl} määritetään seuraavasti.

$$W_{pl} = \frac{I_z}{t_{max}}$$

$$W_{pl} = \frac{20833,3333 \text{ mm}^4}{10 \text{ mm}} = 2083,3333 \text{ mm}^3 \quad (7)$$

Poikkileikkausten kestävyiden suhteen osavarmuusluvuksi suositellaan Eurokoodissa $\gamma_{M0} = 1,00$ (EUROCODE 3. TERÄSRAKENTEIDEN SUUNNITTELU. OSA 1-1: YLEISET SÄÄNNÖT JA RAKENNUKSIEN KOSKEVAT SÄÄNNÖT, 2005).

Geometrian poikkileikkauksen taivutuskestävyys määrittyy seuraavasti.

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$M_{c,Rd} = \frac{2083,3333 \text{ mm}^3 \cdot 355 \text{ N/mm}^2}{1,00}$$

$$M_{c,Rd} = 739583,3215 \text{ Nmm} \approx 740 \text{ Nm} \quad (8)$$

Taivutusmomentin kestävyys suhteen Eurokoodin määrittelemä ehto täyttyy.

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{16,2 \text{ Nm}}{740 \text{ Nm}} \leq 1,0$$

$$0,022 \leq 1,0 \quad (9)$$

Askelman päädyn leikkauskestävyys määrittyy seuraavasti.

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{(80 \text{ mm} \cdot 5 \text{ mm} + 50 \text{ mm} \cdot 10 \text{ mm}) \left(\frac{355 \text{ N/mm}^2}{\sqrt{3}} \right)}{1,00} \approx 184000 \text{ N} \quad (10)$$

Leikkausvoiman kestävyys tulee täyttää Eurokoodin määrittelemä ehto.

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{165,8 \text{ N}}{184000 \text{ N}} \leq 1,0$$

$$9,01 \cdot 10^{-4} \leq 1,0 \quad (11)$$

Taivutuksen ja leikkauksen aiheuttama yhtäaikainen kuormitus voidaan jättää tarkastelematta, mikäli leikkausmitoitusvoima on puolet pienempi kuin leikkauskestävyys. Leikkauslommahdus ei kuitenkaan saa tällöin vähentää poikkileikkauksen kestävyyttä. Askelman päädyn tapauksessa leikkauslommahdusta ei pääse tapahtumaan.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{pl,Rd}}{2}$$

$$165,8 \text{ N} \leq \frac{184000 \text{ N}}{2}$$

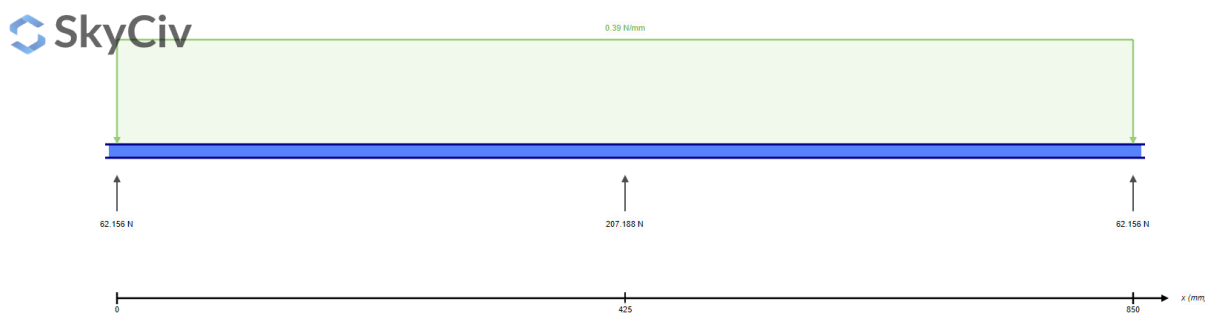
$$165,8 \text{ N} \leq 92000 \text{ N}$$

(12)

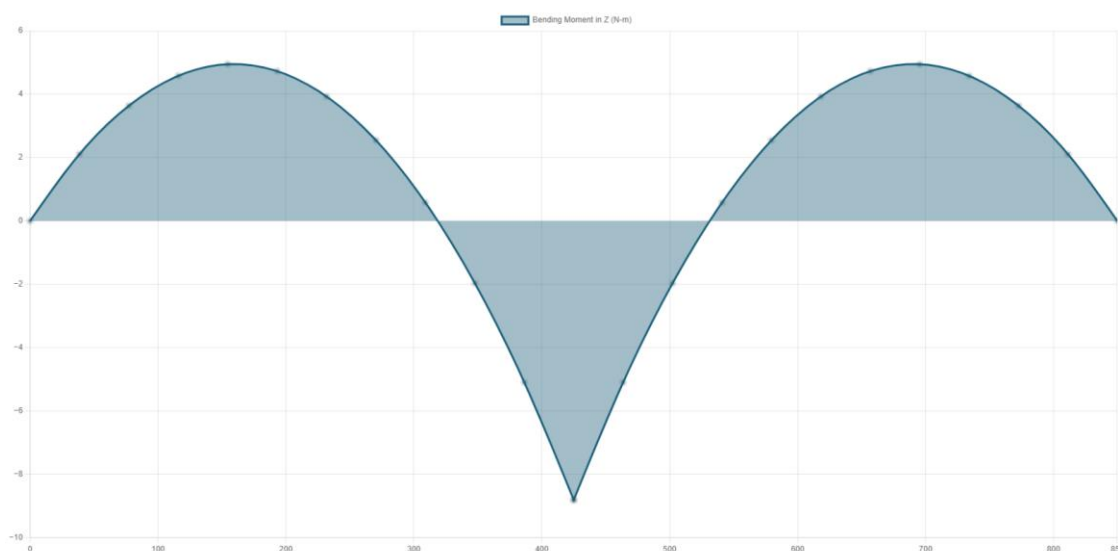
6.1.2 Askelman etu- ja takalaita

Askelman kuormituksen ja geometrian ollessa symmetrinen kuormitus jakautuu molemmille askelman etu- ja takalaitaan tasaisesti. Askelman päädyn kuormitustilanteen kuvassa 21.

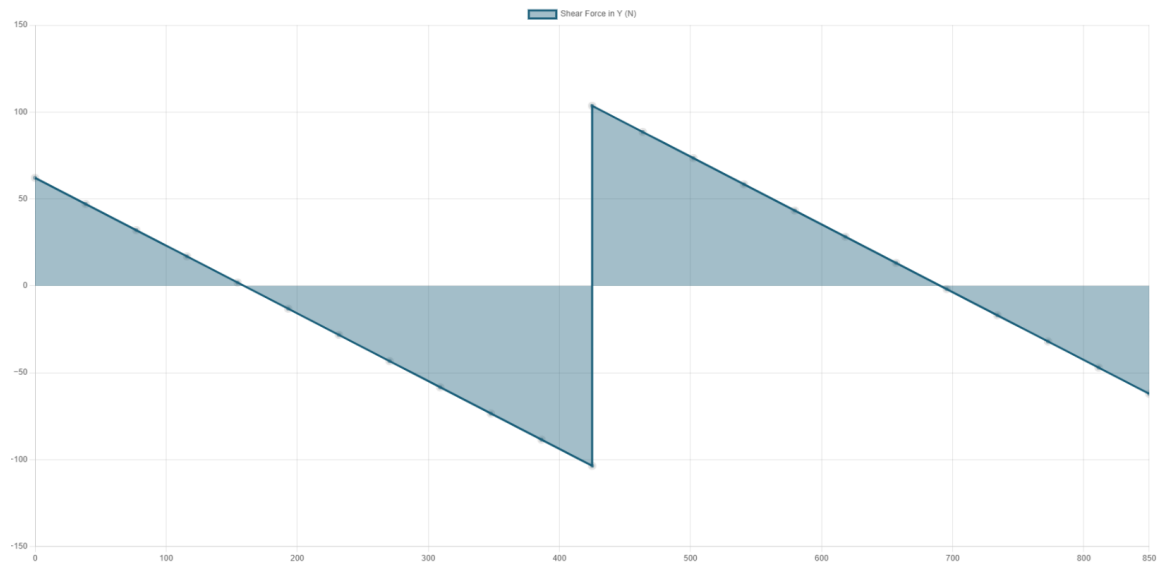
$$q_{\text{askelman etu- ja takalaita}} = 2,0 \text{ kN/m}^2 \cdot \frac{0,39 \text{ m}}{2} = 0,39 \text{ kN/m} = 0,39 \text{ N/mm} \quad (13)$$



Kuva 31. Askelman etu- ja takalaidan kuormitustilanne (SkyCiv, 2023).



Kuva 32. Askelman etu- ja takalaidan taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).



Kuva 33. Askelman etu- ja takalaidan leikkausvoimakuvio (SkyCiv, 2023).

Askelman etu- ja takalaidan suurimmat sisäiset momentti- ja leikkausvoimat edellä olevista kuvioista luettuna on $M_{Ed} = -8,8 \text{ Nm}$ ja $V_{Ed} = 103,6 \text{ N}$.

Tarkasteltava askelman etu- ja takalaita on yksinkertaistettuna mitoiltaan $80 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$. Askelman etu- ja takalaidan poikkipinnan jäyhyysmomentti on vastaava kuin askelman päädylä (lauseke 3).

$$I_{z, \text{etu- ja takalaita}} = \frac{5 \text{ mm} \cdot (80 \text{ mm})^3}{12} = 213333,3333 \text{ mm}^4 \quad (14)$$

Askelman etu- ja takalaita kuuluvat samaan poikkileikkausluokaltaan luokkaan 1, kuten askelman pääty. Myös taivutusvastus on sama kuin askelman päädysä.

$$\frac{c}{t} \leq 72\varepsilon$$

$$\frac{80 \text{ mm}}{5 \text{ mm}} \leq 72 \cdot 0,8136165135$$

$$16 \leq 58,6 \quad (15)$$

$$W_{pl} = \frac{I_z}{z_{max}}$$

$$W_{pl} = \frac{213333,3333 \text{ mm}^4}{40 \text{ mm}} = 5333,333333 \text{ mm}^3 \quad (16)$$

Askelman etu- ja takalaidan poikkileikkauksen taivutuskestävyys määrittyy seuraavasti.

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$M_{c,Rd} = \frac{5333,333333 \text{ mm}^3 \cdot 355 \text{ N/mm}^2}{1,00}$$

$$M_{c,Rd} = 1893333,333 \text{ Nmm} \approx 1890 \text{ Nm} \quad (17)$$

Taivutusmomentin kestävyys suhteen Eurokoodin määrittelemä ehto täyttyy.

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{|-8,8 \text{ Nm}|}{1890 \text{ Nm}} \leq 1,0$$

$$4,65 \cdot 10^{-3} \leq 1,0 \quad (18)$$

Askelman etu- ja takalaidan leikkauskestävyys määrittyy seuraavasti.

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{(80 \text{ mm} \cdot 5 \text{ mm}) \left(\frac{355 \text{ N/mm}^2}{\sqrt{3}} \right)}{1,00} \approx 82000 \text{ N} \quad (19)$$

Leikkausvoiman kestävyys tulee täyttää Eurokoodin määrittelemä ehto.

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{103,6 \text{ N}}{82000 \text{ N}} \leq 1,0$$

$$1,26 \cdot 10^{-3} \leq 1,0 \quad (20)$$

Yhtä aikaa vaikuttavan taivutus ja leikkauskuormituksen suhteen askelman etu- ja takalaidassa on vastaava tilanne kuin askelman päädyssä.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{pl,Rd}}{2}$$

$$103,6 \text{ N} \leq \frac{82000 \text{ N}}{2}$$

$$103,6 \text{ N} \leq 41000 \text{ N} \quad (21)$$

6.1.3 Välituki

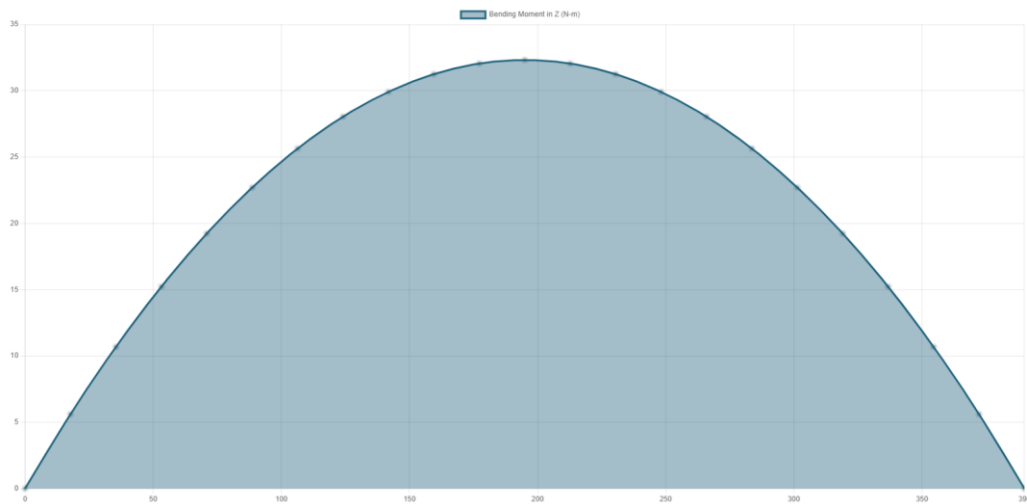
Välituki on muodoltaan L:n muotoinen kulmateräs. Välituki toimii laudoituksen välituentana sekä tukee askelmakokoonpanoa keskeltä.

Askelman kuormituksen ja geometrian ollessa symmetrinen kuormitus vaikuttaa askelman keskellä olevaan välitukeen koko askelman alalta. Askelman päädyn kuormitustilanteen kuvassa 24.

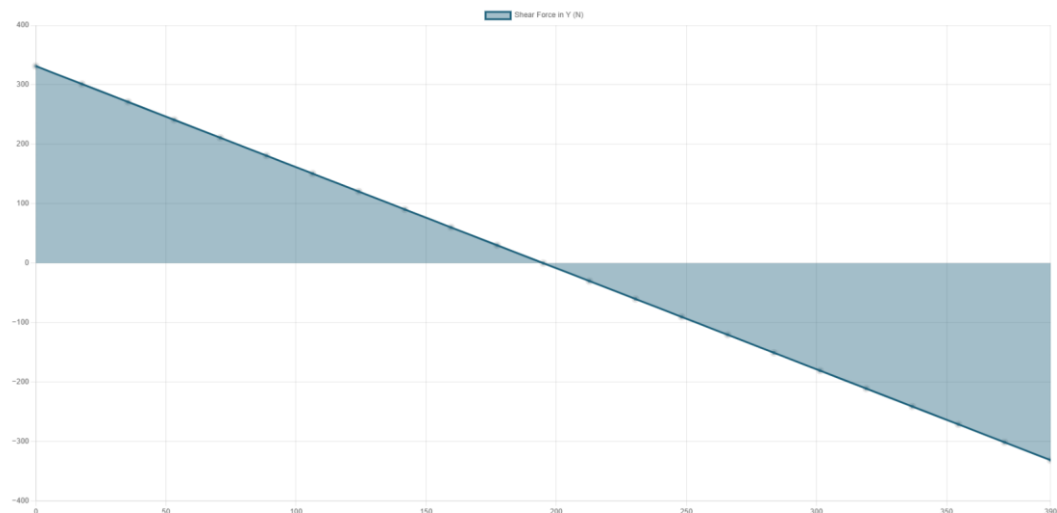
$$q_{askelman\ välituki} = 2,0 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,85 \text{ m} = 1,7 \text{ kN/m} = 1,7 \text{ N/mm} \quad (22)$$



Kuva 34. Askelman välituennan kuormitustilanne (SkyCiv, 2023).



Kuva 35. Askelman välituen taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).



Kuva 36. Askelman välituen leikkausvoimakuvio (SkyCiv, 2023).

Askelman välituen suurimmat sisäiset momentti- ja leikkausvoimat edellä olevista kuvioista luettuna on $M_{Ed} = 32,3 \text{ Nm}$ ja $V_{Ed} = 331,5 \text{ N}$.

Välituki kuuluu suoraan poikkileikkausluokkaan 3, geometrian vuoksi. Geometrian leveys-paksuus-suhteen on silti täytettävä alla oleva ehto.

$$\frac{h}{t} \leq 15\varepsilon$$

$$\frac{20 \text{ mm}}{3 \text{ mm}} \leq 15 \cdot 0,8136165135$$

$$6,67 \leq 12,2$$

Välituki on kulmaterästä, mitoiltaan 40 mm x 40 mm x 4 mm.

Välituen jäyhyysmomentti selvitetty taulukosta $I_z = 44800 \text{ mm}^4$ (Valtanen, 2012).

$$I_{z,välituki} = 44800 \text{ mm}^4 \quad (24)$$

$$W_{el,min} = \frac{I_z}{e_{max}}$$

$$W_{el,min} = \frac{44800 \text{ mm}^4}{40 \text{ mm} - 11,2 \text{ mm}} = 1555,555556 \text{ mm}^3 \quad (25)$$

Askelman välituen poikkileikkauksen taivutuskestävyys määrittyy seuraavasti.

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el,min} f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$M_{c,Rd} = \frac{1555,55555 \text{ mm}^3 \cdot 355 \text{ N/mm}^2}{1,00}$$

$$M_{c,Rd} = 552222,2203 \text{ Nmm} \approx 552 \text{ Nm} \quad (26)$$

Taivutusmomentin kestävyys suhteen Eurokoodin määrittelemä ehto täyttyy.

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{32,3 \text{ Nm}}{552 \text{ Nm}} \leq 1,0$$

$$0,059 \leq 1,0 \quad (27)$$

Askelman päädyn leikkauskestävyys määrittyy seuraavasti. Kulmateräksen poikkipinta-ala määritetty taulukkoarvosta $A = 308 \text{ mm}^2$ (Valtanen, 2012).

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{308 \text{ mm}^2 \left(\frac{355 \text{ N/mm}^2}{\sqrt{3}} \right)}{1,00} \approx 63100 \text{ N} \quad (28)$$

Leikkausvoiman kestävyys tulee täyttää Eurokoodin määrittelemä ehto.

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{331,5 \text{ N}}{63100 \text{ N}} \leq 1,0$$

$$5,25 \cdot 10^{-3} \leq 1,0 \quad (29)$$

Yhtä aikaa vaikuttavan taivutus ja leikkauskuormituksen suhteen askelman etu- ja takalaidassa on vastaava tilanne kuin askelman päädyssä.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{pl,Rd}}{2}$$

$$331,5 \text{ N} \leq \frac{63100 \text{ N}}{2}$$

$$331,5 \text{ N} \leq 31550 \text{ N} \quad (30)$$

6.1.4 Askelman laidoitus

Terassilaudan valmistaja mukaisesti laidoitukselle tulee järjestää välituenta maksimissaan 500 millimetrin välein (PrimaTimber Oy, 2023).

$$\frac{850 \text{ mm}}{2} \leq 500 \text{ mm}$$

$$425 \text{ mm} \leq 500 \text{ mm} \quad (31)$$

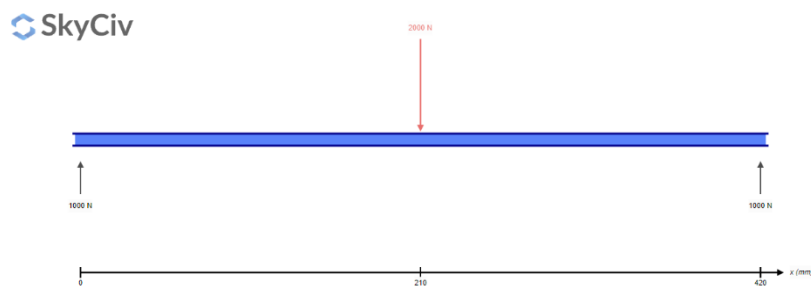
Terassilaudan voi todeta kestävä.

6.2 Askelmat, pistekuormitus

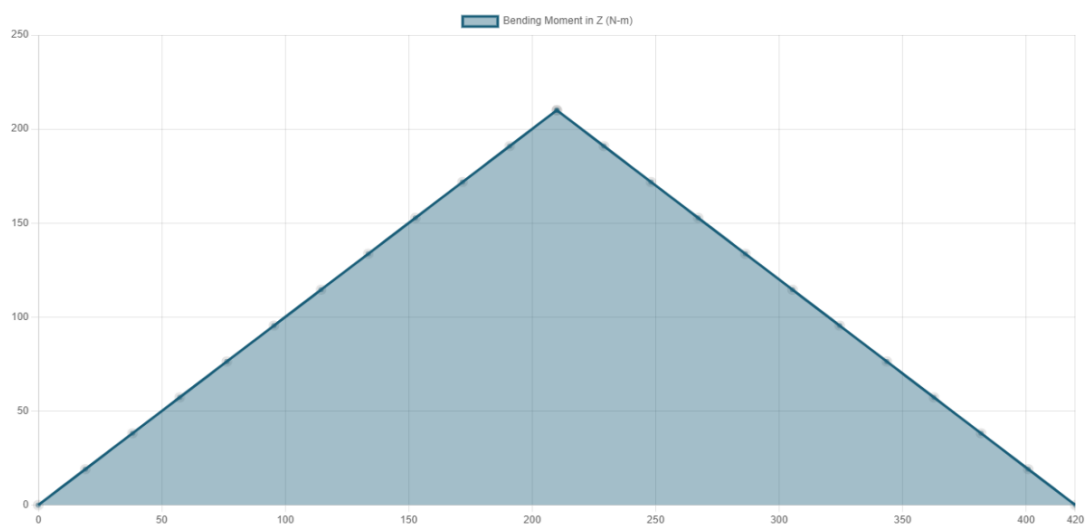
6.2.1 Askelman pääty ja kiinnityslevy

Tarkasteltava pistekuorma vaikuttaa kestävyyskannalta epäedullisimmassa positiossa.

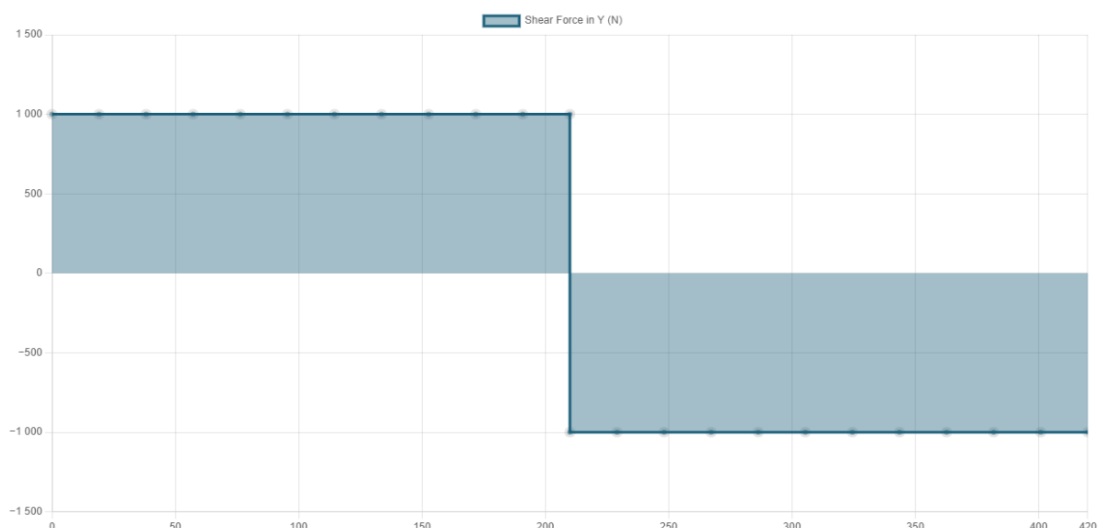
Pistekuormaa tarkastellaan askelman päädyssä keskeltä päätä.



Kuva 37. Askelman päädyn pistekuormitustilanne (SkyCiv, 2023).



Kuva 38. Askelman päädyn pistekuormitustilanteen taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).



Kuva 39. Askelman päädyn pistekuormitustilanteen leikkausvoimakuvio (SkyCiv, 2023).

Askelman päädyn suurimmat sisäiset momentti- ja leikkausvoimat pistekuormitustilanteesta edellä olevista kuvioista luettuna on $M_{Ed} = 210 \text{ Nm}$ ja $V_{Ed} = 1000 \text{ N}$.

Taivutusmomentin kestävyys suhteen Eurokoodin määrittelemä ehto täyttyy.

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{210 \text{ Nm}}{740 \text{ Nm}} \leq 1,0$$

$$0,284 \leq 1,0 \quad (32)$$

Leikkausvoiman kestävyys tulee täyttää Eurokoodin määrittelemä ehto.

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{1000 \text{ N}}{184000 \text{ N}} \leq 1,0$$

$$5,43 \cdot 10^{-3} \leq 1,0 \quad (33)$$

Taivutuksen ja leikkauksen aiheuttama yhtäaikainen kuormitus voidaan jättää tarkastelematta, mikäli leikkausmitoitusvoima on puolet pienempi kuin leikkauskestävyys. Leikkauslommahdus ei kuitenkaan saa tällöin vähentää poikkileikkauksen kestävyyttä. Askelman päädyn tapauksessa leikkauslommahdusta ei pääse tapahtumaan.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{pl,Rd}}{2}$$

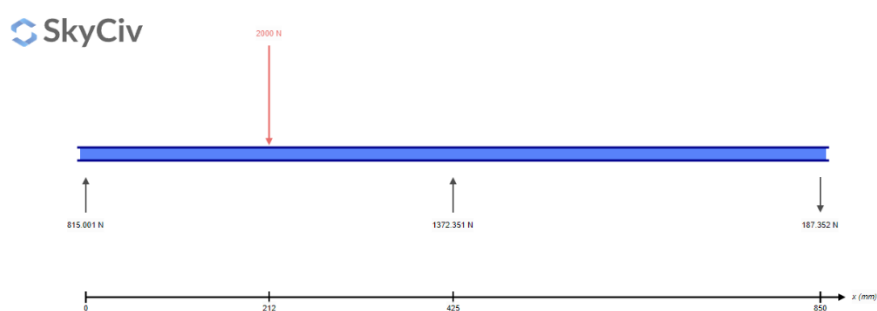
$$1000 \text{ N} \leq \frac{184000 \text{ N}}{2}$$

$$1000 \text{ N} \leq 92000 \text{ N}$$

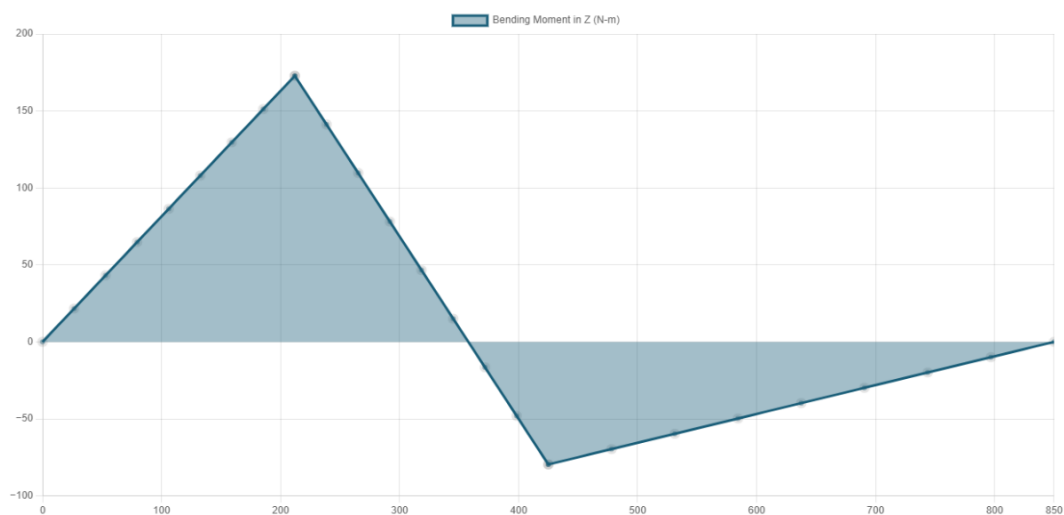
(34)

6.2.2 Askelman etu- ja takalaita

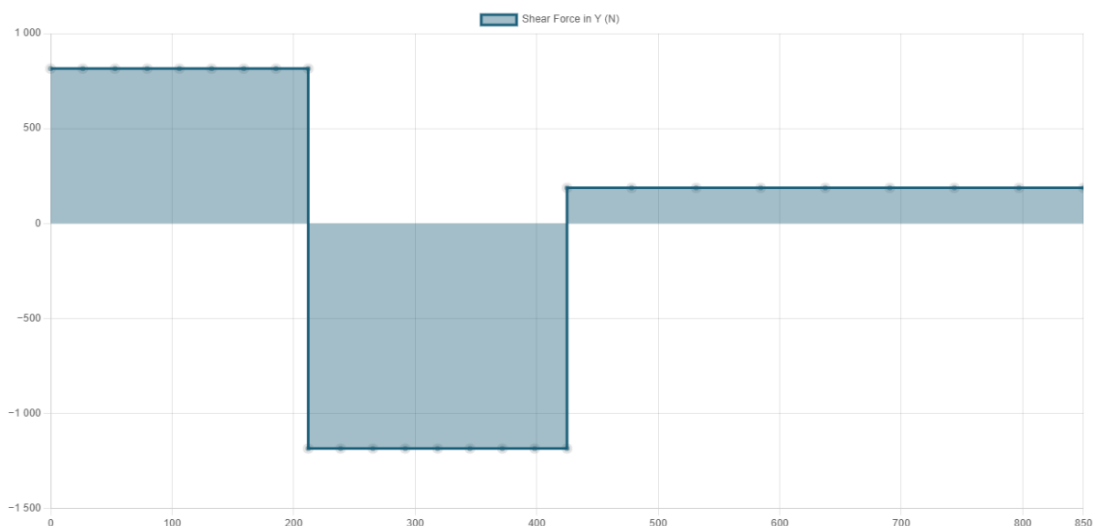
Askelman etu- ja takalaidan epäedullisia pistekuorman tarkastelupositioita on kaksi. Ne sijaitsevat äärilaidan ja keskiosan välillä. Tarkastelupisteeksi voi valita kumman tahansa.



Kuva 40. Askelman etu- ja takalaidan pistekuormitustilanne (SkyCiv, 2023).



Kuva 41. Askelman etu- ja takalaidan pistekuormitustilanteen taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).



Kuva 42. Askelman etu- ja takalaidan pistekuormitustilanteen leikkausvoimakuvio (SkyCiv, 2023).

Askelman päädyn suurimmat sisäiset momentti- ja leikkausvoimat pistekuormitustilanteesta edellä olevista kuvioista luettuna on $M_{Ed} = 172,8 \text{ Nm}$ ja $V_{Ed} = -1185,0 \text{ N}$.

Taivutusmomentin kestävyys suhteen Eurokoodin määrittelemä ehto täyttyy.

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{172,8 \text{ Nm}}{1890 \text{ Nm}} \leq 1,0$$

$$0,091 \leq 1,0$$

(35)

Leikkausvoiman kestävyys tulee täyttää Eurokoodin määrittelemä ehto.

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{|-1185,0 \text{ N}|}{82000 \text{ N}} \leq 1,0$$

$$0,014 \leq 1,0$$

(36)

Taivutuksen ja leikkauksen aiheuttama yhtäaikainen kuormitus voidaan jättää tarkastelematta, mikäli leikkausmitoitusvoima on puolet pienempi kuin leikkauskestävyys. Leikkauslommahdus ei kuitenkaan saa tällöin vähentää poikkileikkauksen kestävyyttä. Askelman päädyn tapauksessa leikkauslommahdusta ei pääse tapahtumaan.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{pl,Rd}}{2}$$

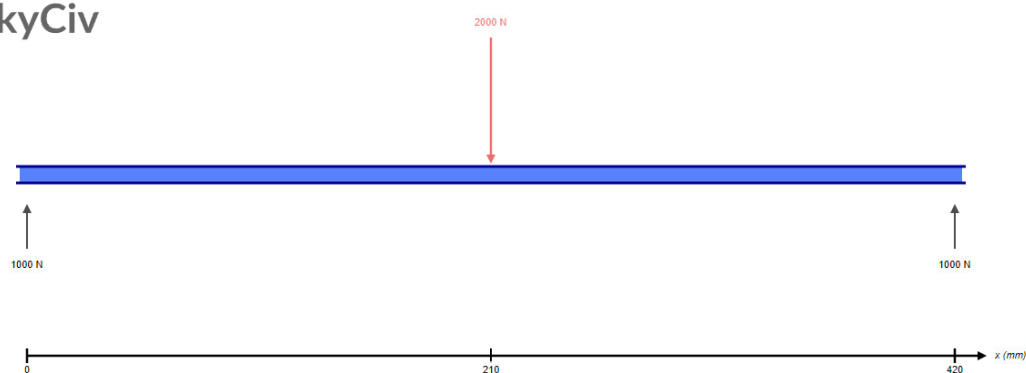
$$|-1185,0 \text{ N}| \leq \frac{82000 \text{ N}}{2}$$

$$1185,0 \text{ N} \leq 41000 \text{ N} \quad (37)$$

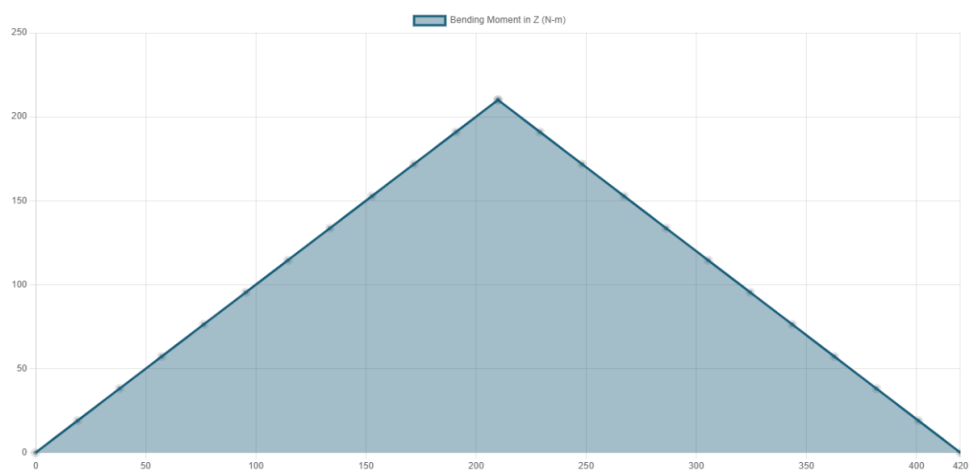
6.2.3 Välituki

Askelman välituen epäedullisin pistekuorman tarkastelupositio on keskeltä välitukea.

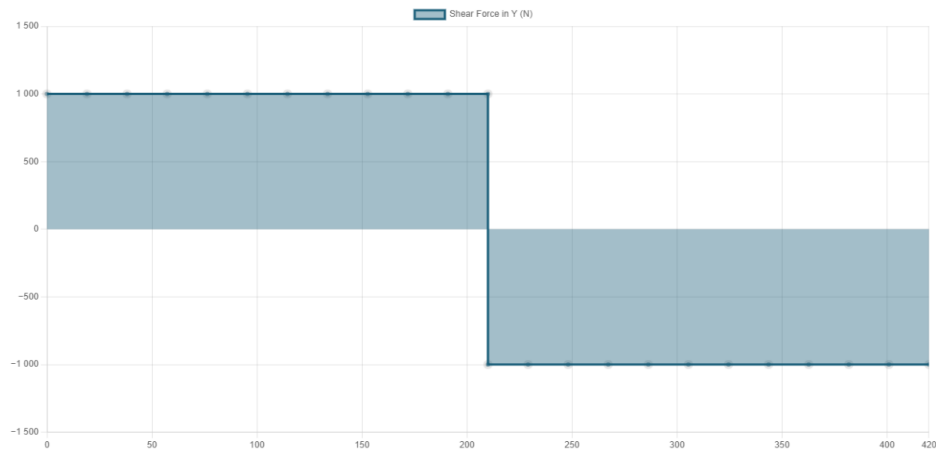
 SkyCiv



Kuva 43. Askelman välituen pistekuormitustilanne (SkyCiv, 2023).



Kuva 44. Askelman välituen pistekuormitustilanteen taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).



Kuva 45. Askelman välituen pistekuormitustilanteen leikkausvoimakuvio (SkyCiv, 2023).

Askelman päädyn suurimmat sisäiset momentti- ja leikkausvoimat pistekuormitustilanteesta edellä olevista kuvioista luettuna on $M_{Ed} = 210 \text{ Nm}$ ja $V_{Ed} = 1000 \text{ N}$.

Taivutusmomentin kestävyys suhteen Eurokoodin määrittelemä ehto täyttyy.

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{210 \text{ Nm}}{552 \text{ Nm}} \leq 1,0$$

$$0,380 \leq 1,0 \quad (38)$$

Leikkausvoiman kestävyys tulee täyttää Eurokoodin määrittelemä ehto.

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{722,5 \text{ N}}{63100 \text{ N}} \leq 1,0$$

$$0,011 \leq 1,0 \quad (39)$$

Taivutuksen ja leikkauksen aiheuttama yhtäaikainen kuormitus voidaan jättää tarkastelematta, mikäli leikkausmitoitusvoima on puolet pienempi kuin leikkauskestävyys. Leikkauslommahdus ei kuitenkaan saa tällöin vähentää poikkileikkauksen kestävyyttä. Askelman päädyn tapauksessa leikkauslommahdusta ei pääse tapahtumaan.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{pl,Rd}}{2}$$

$$1000 \text{ N} \leq \frac{63100 \text{ N}}{2}$$

$$1000 \text{ N} \leq 31550 \text{ N} \quad (40)$$

6.2.4 Askelman laidoitus

Askelman laidoituksen pistekuormitustilanteen suhteen pätee sama kuin tasaisella kuormalla, väli-
tuennan suurin sallittu jänneväli on 500 mm.

6.3 Askelman hitsien mitoitus

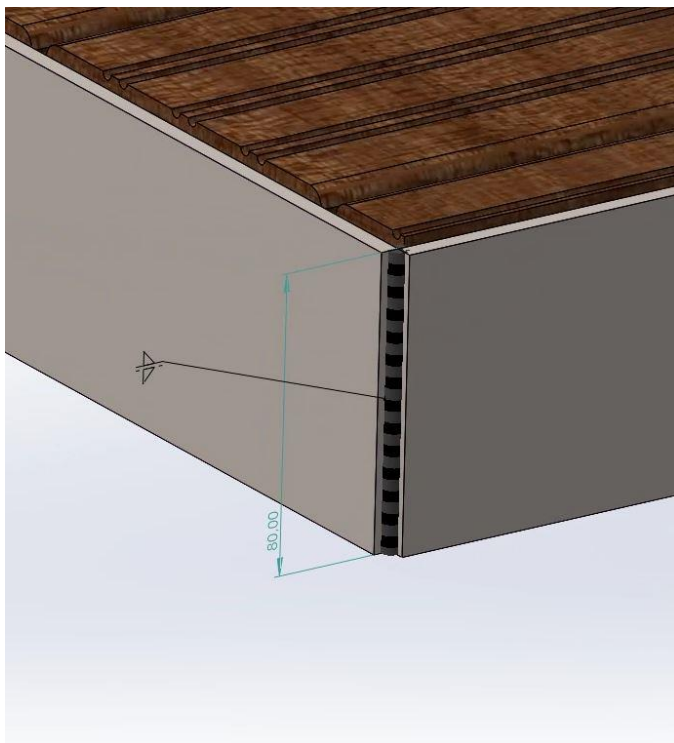
Askelmien hitsit toteutetaan joko piena tai katkopienahitsilla. Katkopienahitsissä hitsaamattoman
osan pituus saa olla maksimissaan pienin seuraavista arvoista.

- 200 mm
- neljännesosa jäykisteiden välisestä etäisyydestä.

Hitsien määrittelyissä käytetään suunniteltua varmuuskerrointa $\gamma_{M2} = 1,25$. Laskelmissa käytetty
rakenne teräkselle S355 korrelaatiokerroin $\beta_w = 0,9$.

Mitoitusarvona $F_{Ed} = 2000 \text{ N}$, joka suurin mitoituskuorma askelmalle (pistekuorma).

6.3.1 Askelman pääty ja etu- ja takalaidan hitsaussauma



Kuva 46. Askelman päädyn ja etu- ja takalaidan hitsaussauma.

Pienahitsin a-mitta määritetään seuraavasti. Askelman päädyn ja etu- ja takalaidan hitsaussauma toteutetaan kauttaaltaan pienahitsillä. Liitoksen pituus on 80 mm.

$$a \geq \frac{F_{ed} \beta_w \gamma_{M2} \sqrt{3}}{L_w f_u}$$

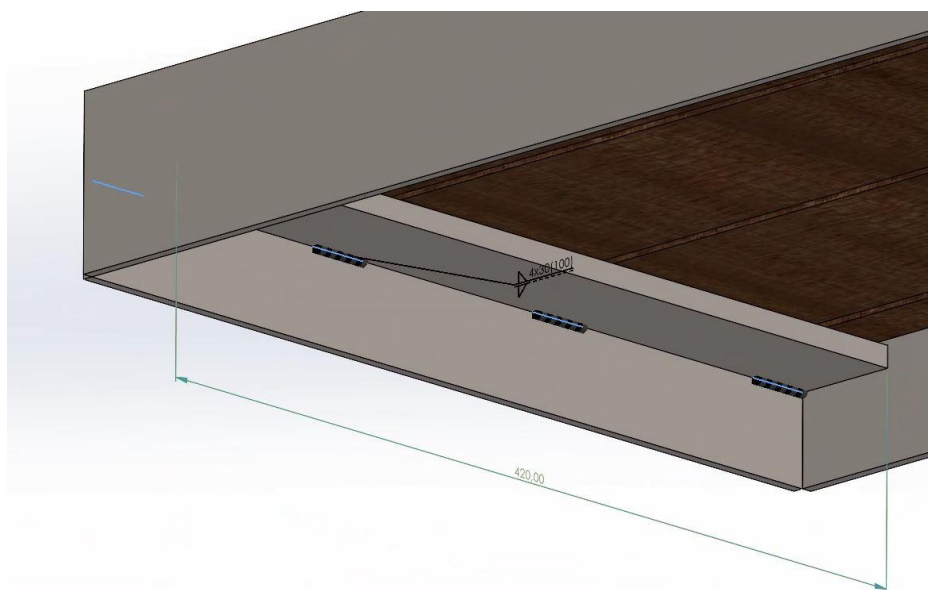
$$a \geq \frac{2000 \text{ N} \cdot 0,9 \cdot 1,25 \cdot \sqrt{3}}{80 \text{ mm} \cdot 510 \text{ N/mm}}$$

$$a \geq 0,096 \text{ mm}$$

$$a = 3 \text{ mm}$$

(41)

6.3.2 Askelman päädyn ja kiinnityslevyn hitsausseama



Kuva 47. Askelman päädyn ja kiinnityslevyn välinen hitsausseama.

Pienahitsin a-mitta määritetään seuraavasti. Askelman päädyn ja kiinnityslevyn hitsausseama toteutetaan kauttaaltaan katkopienahitsillä. Liitoksen kokonaispituus on 420 mm.

$$a \geq \frac{F_{ed} \beta_w \gamma_{M2} \sqrt{3}}{L_w f_u}$$

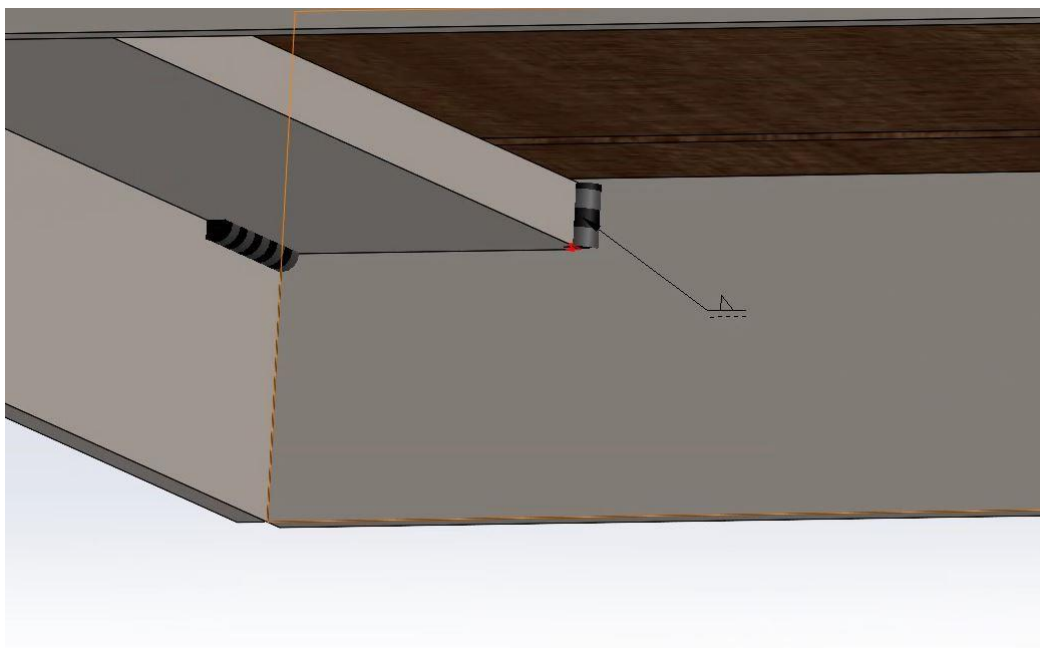
$$a \geq \frac{2000 \text{ N} \cdot 0,9 \cdot 1,25 \cdot \sqrt{3}}{(4 \cdot 30 \text{ mm}) \cdot 510 \text{ N/mm}}$$

$$a \geq 0,064 \text{ mm}$$

$$a = 3 \text{ mm}$$

(42)

Askelman pääty ja kiinnityslevy liitetään lisäksi nurkasta pienahitsillä. Liitoksen pituus on 10 mm.



Kuva 48. Askelman päädyn ja kiinnityslevyn nurkan hitsausliitos.

$$a \geq \frac{F_{ed} \beta_w \gamma_{M2} \sqrt{3}}{L_w f_u}$$

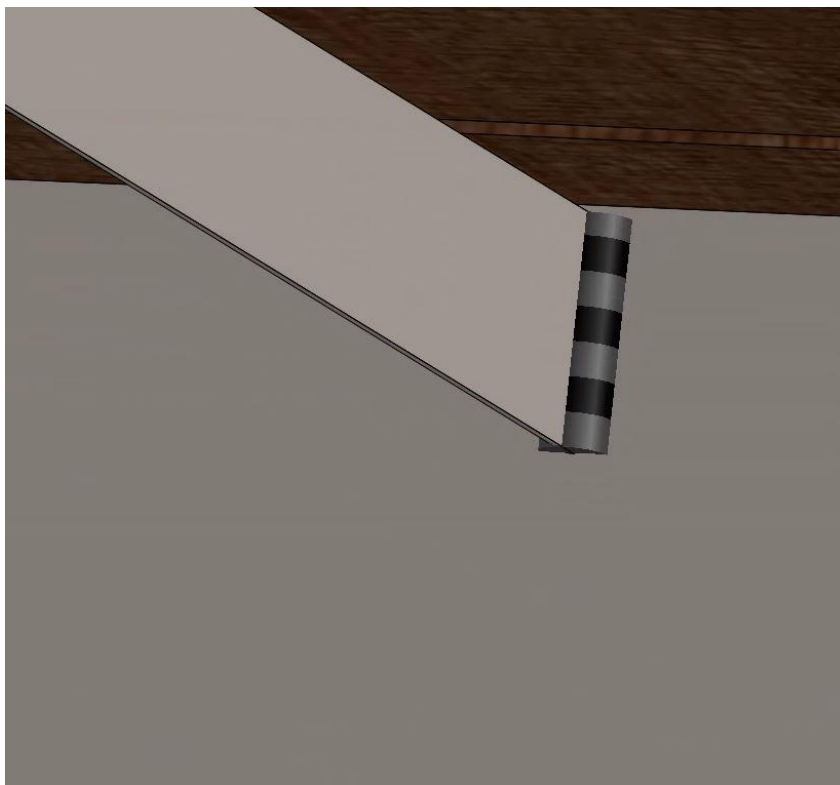
$$a \geq \frac{2000 \text{ N} \cdot 0,9 \cdot 1,25 \cdot \sqrt{3}}{10 \text{ mm} \cdot 510 \text{ N/mm}}$$

$$a \geq 0,764 \text{ mm}$$

$$a = 3 \text{ mm}$$

(43)

6.3.3 Välituki



Kuva 49. Askelman välituen ja etu- ja takalaidan hitsausliitos.

Pienahitsin a-mitta määritetään seuraavasti. Askelman päädyn ja kiinnityslevyn hitsausseura toteutetaan kauttaaltaan pienahitsillä. Liitoksen kokonaispituus on 30 mm.

$$a \geq \frac{F_{ed} \beta_w \gamma_{M2} \sqrt{3}}{L_w f_u}$$

$$a \geq \frac{2000 \text{ N} \cdot 0,9 \cdot 1,25 \cdot \sqrt{3}}{30 \text{ mm} \cdot 510 \text{ N/mm}}$$

$$a \geq 0,255 \text{ mm}$$

$$a = 3 \text{ mm}$$

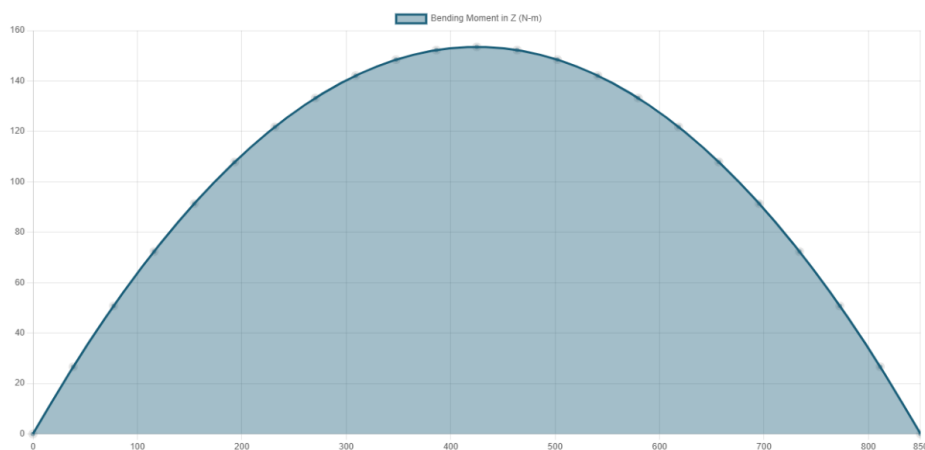
(44)

6.4 Lepotas, tasainen kuormitus

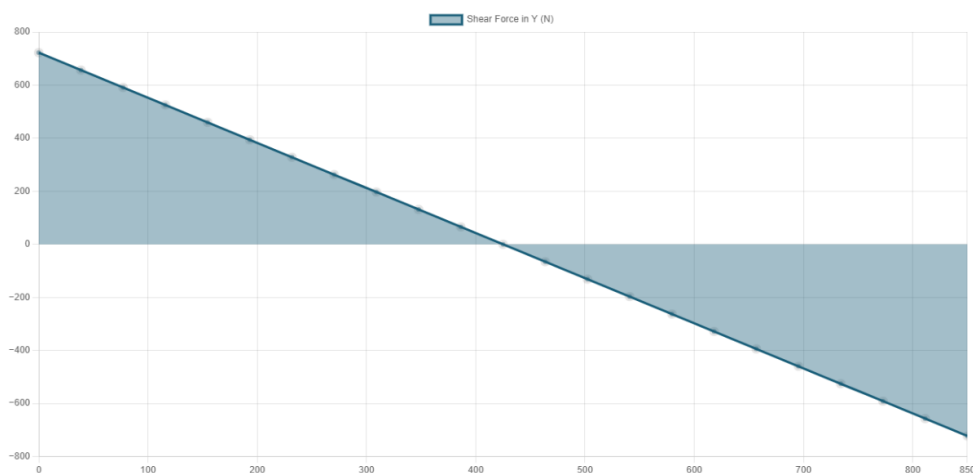
6.4.1 Välituenta

Välituenta on muodoltaan L:n muotoinen kulmateräs. Välituki toimii laudotuksen välituentana.

$$q_{askelman\ välituki} = 2,0 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,85 \text{ m} = 1,7 \text{ kN/m} = 1,7 \text{ N/mm} \quad (45)$$



Kuva 50. Lepotasanteen välituen taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).



Kuva 51. Lepotasanteen välituen leikkausvoimakuvaja (SkyCiv, 2023).

Välituen suurimmat sisäiset momentti- ja leikkausvoimat edellä olevista kuvioista luettuna on $M_{Ed} = 153,5 \text{ Nm}$ ja $V_{Ed} = 722,5 \text{ N}$.

Lepotasanteen välituki on materiaailtaan vastaavaa materiaalia kuin askelman välituki.

Taivutusmomentin kestävyys suhteen Eurokoodin määrittelemä ehto täyttyy.

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{153,5 \text{ Nm}}{552,2222224 \text{ Nm}} \leq 1,0$$

$$0,2779678068 \leq 1,0 \quad (46)$$

Askelman päädyn leikkauskestävyys määrittyy seuraavasti. Kulmateräksen poikkipinta-ala määritetty taulukkoarvosta $A = 308 \text{ mm}^2$ (Valtanen, 2012).

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{308 \text{ mm}^2 \left(\frac{355 \text{ N/mm}^2}{\sqrt{3}} \right)}{1,00} = 63127,47843 \text{ N} \quad (47)$$

Leikkausvoiman kestävyys tulee täyttää Eurokoodin määrittelemä ehto.

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{722,5 \text{ N}}{63127,47843 \text{ N}} \leq 1,0$$

$$0,01144509519 \leq 1,0 \quad (48)$$

Yhtä aikaa vaikuttavan taivutus ja leikkauskuormituksen suhteen askelman etu- ja takalaidassa on vastaava tilanne kuin askelman päädyssä.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{pl,Rd}}{2}$$

$$722,5 \text{ N} \leq \frac{63127,47843 \text{ N}}{2}$$

$$722,5 \text{ N} \leq 31563,73922 \text{ N} \quad (49)$$

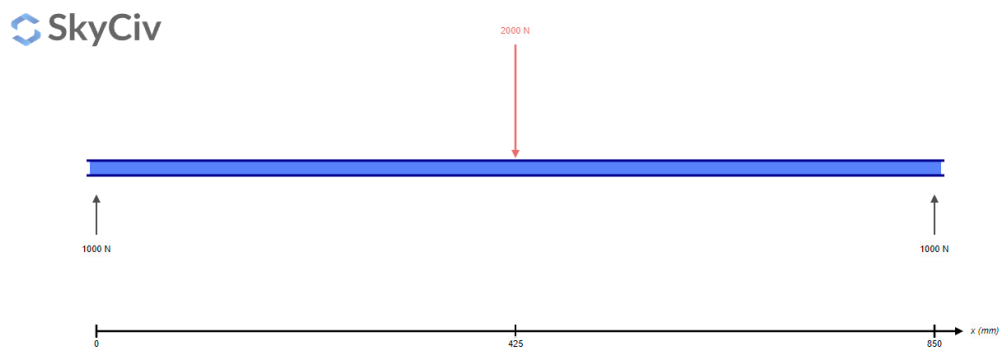
6.4.2 Lepotason laudoitus

Lepotason laudoituksella on vastaava tilanne kuin askelman laudoituksessa. Kuten kappaleessa 6.1.4 Askelman laudoitus, voi todeta laudoituksen kestävän myös lepotasolla.

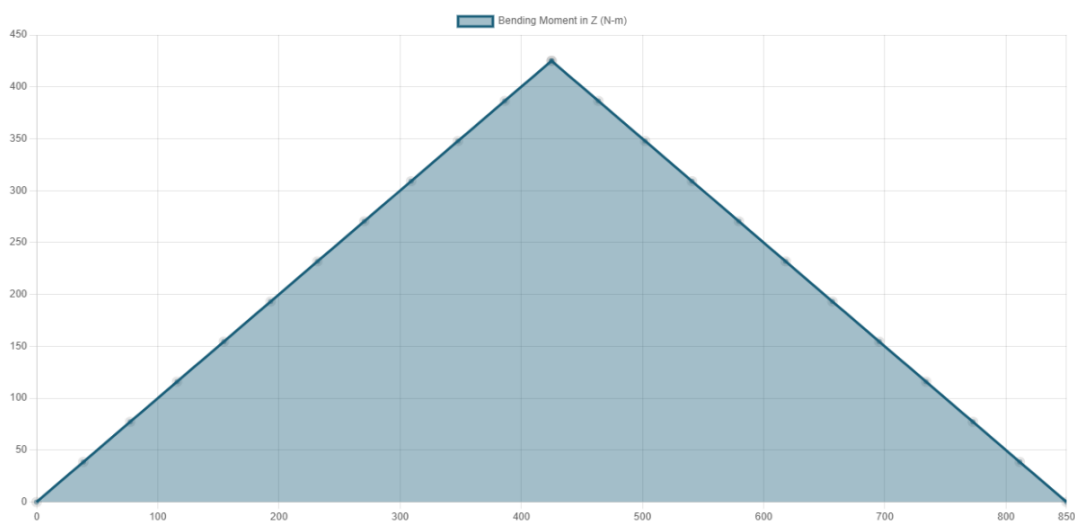
6.5 Lepotaso, pistemäinen kuormitus

6.5.1 Välituenta

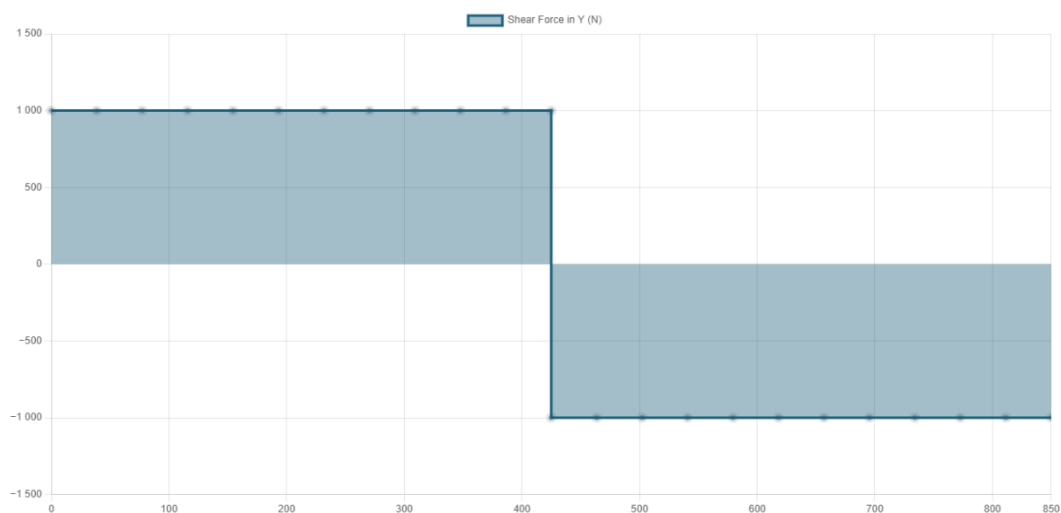
Lepotason välituennan pistekuormituksen kannalta epäedullisin, tarkasteltava paikka sijaitsee tuen keskellä.



Kuva 52. Lepotasanteen välituennan pistekuormitustilanne (SkyCiv, 2023).



Kuva 53. Lepotasanteen välituen pistekuormitustilanteen taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).



Kuva 54. Lepotasanteen välituen pistekuormitustilanteen leikkausvoimakuvio (SkyCiv, 2023).

Välituen suurimmat sisäiset momentti- ja leikkausvoimat edellä olevista kuvioista luettuna on $M_{Ed} = 425 \text{ Nm}$ ja $V_{Ed} = 1000 \text{ N}$.

Taivutusmomentin kestävyys suhteen Eurokoodin määrittelemä ehto täyttyy.

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{425 \text{ Nm}}{552 \text{ Nm}} \leq 1,0$$

$$0,770 \leq 1,0 \quad (50)$$

Leikkausvoiman kestävyys tulee täyttää Eurokoodin määrittelemä ehto.

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{1000 \text{ N}}{63100 \text{ N}} \leq 1,0$$

$$0,016 \leq 1,0 \quad (51)$$

Yhtä aikaa vaikuttavan taivutus ja leikkauskuormituksen suhteen askelman etu- ja takalaidassa on vastaava tilanne kuin askelman päädyssä.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{pl,Rd}}{2}$$

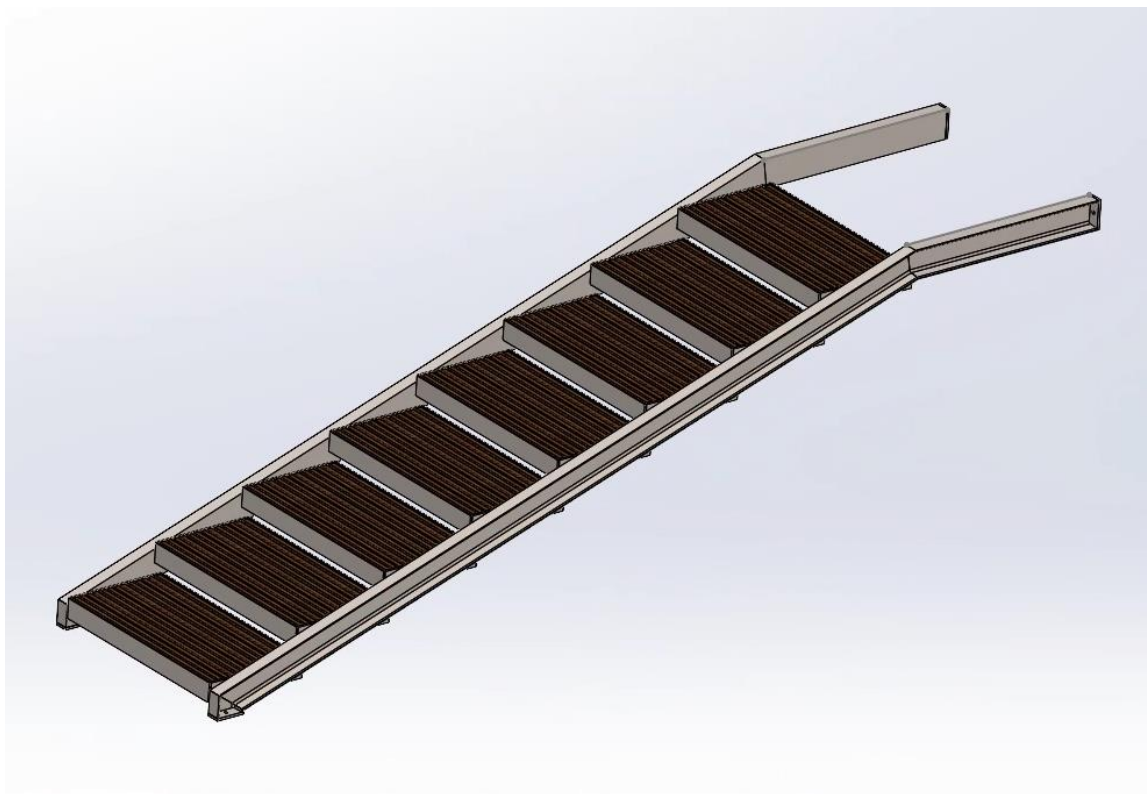
$$1000 \text{ N} \leq \frac{63100 \text{ N}}{2}$$

$$1000 \text{ N} \leq 31550 \text{ N} \quad (52)$$

6.6 Reisipalkit

6.6.1 Ensimmäisen porrassyöksen reisipalkki

Ensimmäinen porrassyöksen reisipalkit ovat peilisymmetrisiä, joskin ei täysin symmetrisiä kuormitussuunnasta. Vasemmanpuoleinen reisipalkki kantaa lepotasanteella aavistuksen suuremman kuorman kuin oikeanpuoleinen.



Kuva 55. Ensimmäinen porrassyöksy.

Askelman omamassa on 14,39 kg, joka on määritetty Solidworks -suunnitteluohjelmiston Mass Properties -ominaisuuden avulla.

Askelman hyötykuorma kokonaisuudessaan on seuraava.

$$F_{\text{hyötykuorma}} = 2 \text{ kN/m}^2 (0,85 \text{ m} \cdot 0,42 \text{ m}) = 0,714 \text{ kN}$$

$$F_{\text{hyötykuorma}} = 714 \text{ N} \quad (53)$$

Askelman aiheuttaman kokonaiskuorman huomioidaan omamassan aiheuttama kuormitus

$$F_{\text{kok.kuorma}} = 714 \text{ N} + (14,39 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2) \approx 855,1659 \text{ N} \quad (54)$$

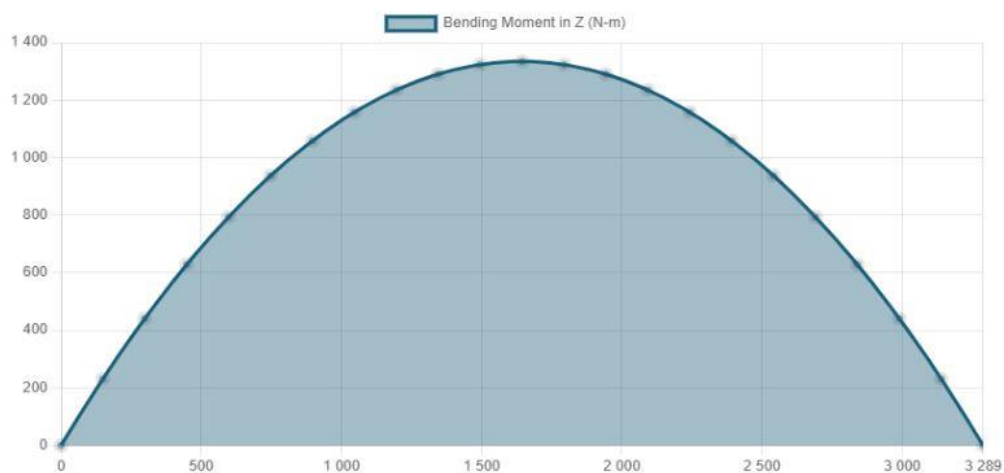
Askelman aiheuttama kokonaiskuormitus jakautuu tasaisesti molemmille reisipalkeille.

$$F_{\text{kok.kuorma}} = \frac{855,1659 \text{ N}}{2} = 427,58295 \text{ N} \quad (55)$$

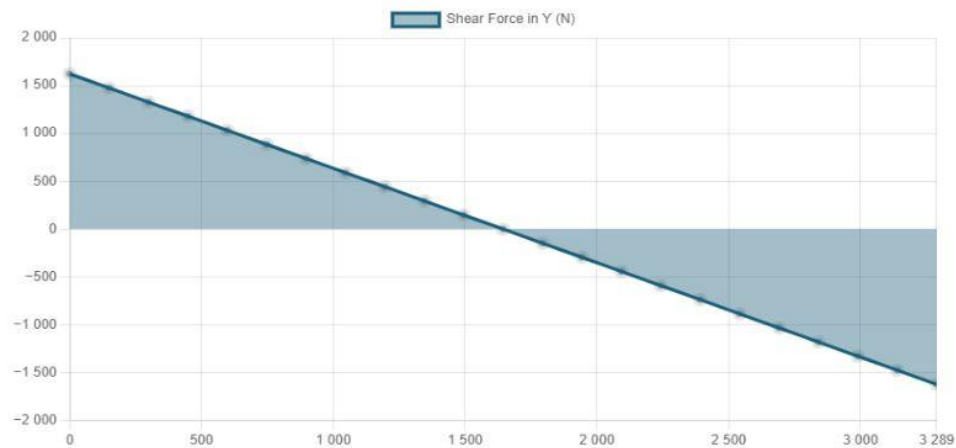
$$q_{\text{kok.kuorma}} = \frac{427,58295 \text{ N}}{411,1 \text{ mm}} \approx 1,04 \text{ N/mm} \quad (56)$$



Kuva 56. Reisipalkin nousuosan kuormitustilanne (koordinaatisto käännetty nousukulman mukaisesti) (SkyCiv, 2023).



Kuva 57. Reisipalkin nousuosan taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).



Kuva 58. Reisipalkin nousuosan leikkausvoimakuvio.

Ensimmäisen syöksyn nousuosuuden reisipalkin suurimmat sisäiset momentti- ja leikkausvoimat piste-
tekuormitustilanteesta edellä olevista kuvioista luettuna on $M_{Ed} = 1644,5 \text{ Nm}$ ja $V_{Ed} = 1622,6 \text{ N}$.

Reisipalkissa käytetty UNP120 -profiilin uuma kuuluu poikkileikkausluokkaan 1.

$$\frac{c}{t} \leq 72\varepsilon$$

$$\frac{82,1 \text{ mm}}{7 \text{ mm}} \leq 72 \cdot 0,8136165135$$

$$11,7 \leq 58,6$$

(57)

UNP120 -profiilin laipat kuuluvat poikkileikkausluokkaan 1.

$$\frac{c}{t} \leq 9\varepsilon$$

$$\frac{39,72 \text{ mm}}{9 \text{ mm}} \leq 9 \cdot 0,8136165135$$

$$4,41 \leq 7,32$$

(58)

UNP120 -profiili kuuluu tällöin poikkileikkausluokkaan 1.

UNP-profiilin jäyhyysmomentti määritetään taulukosta (Valtanen, 2012).

$$I_{z,UNP120} = 3640000 \text{ mm}^4$$

(59)

Taivutusvastus W_{pl} määritetään seuraavasti.

$$W_{pl} = \frac{I_z}{z_{max}}$$

$$W_{pl} = \frac{3640000 \text{ mm}^4}{60 \text{ mm}} = 60666,66667 \text{ mm}^3 \quad (60)$$

Askelman päädyn poikkileikkauksen taivutuskestävyys määrittyy seuraavasti.

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$M_{c,Rd} = \frac{60666,66667 \text{ mm}^3 \cdot 355 \text{ N/mm}^2}{1,00}$$

$$M_{c,Rd} = 21536666,67 \text{ Nmm} \approx 21500 \text{ Nm} \quad (61)$$

Taivutusmomentin kestävyys suhteen Eurokoodin määrittelemä ehto täyttyy.

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{1644,5 \text{ Nm}}{21500 \text{ Nm}} \leq 1,0$$

$$0,076 \leq 1,0 \quad (62)$$

UNP120-profilin pinta-ala määrittyy taulukosta (Valtanen, 2012).

$$A = 1700 \text{ mm}^2 \quad (63)$$

Askelman päädyn leikkauskestävyys määrittyy seuraavasti.

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{1700 \text{ mm}^2 \left(\frac{355 \text{ N/mm}^2}{\sqrt{3}} \right)}{1,00} \approx 348000 \text{ N} \quad (64)$$

Leikkausvoiman kestävyys tulee täyttää Eurokoodin määrittelemä ehto.

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{1622,6 \text{ N}}{348000 \text{ N}} \leq 1,0$$

$$4,66 \cdot 10^{-3} \leq 1,0 \quad (65)$$

Yhtä aikaa vaikuttavan taivutus ja leikkauskuormituksen suhteen askelman etu- ja takalaidassa on vastaava tilanne kuin askelman päädyssä.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{pl,Rd}}{2}$$

$$1622,6 \text{ N} \leq \frac{348000 \text{ N}}{2}$$

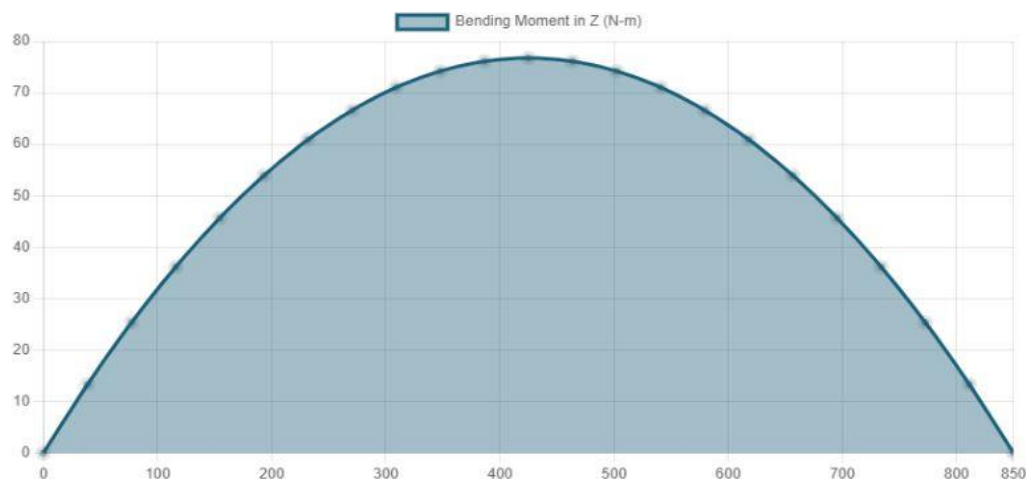
$$1622,6 \text{ N} \leq 174000 \text{ N} \quad (66)$$

Lepotasanteen aiheuttama viivakuormitus reisipalkille on seuraava.

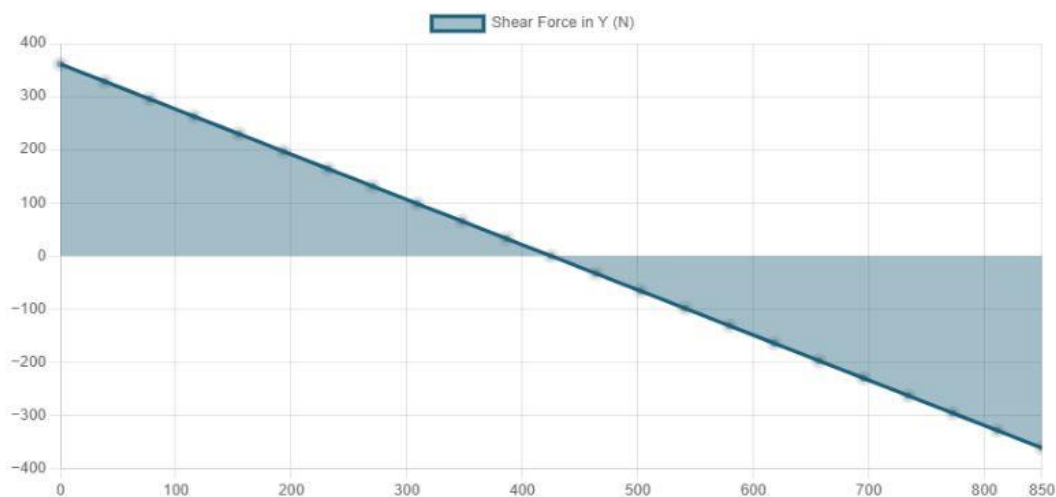
$$q_{askelman\ välituki} = 2,0 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,425 \text{ m} = 0,85 \text{ kN/m} = 0,85 \text{ N/mm} \quad (67)$$



Kuva 59. Reisipalkin lepotasanteen osuuden kuormitustilanne (SkyCiv, 2023).



Kuva 60. Reisipalkin lepotasanne osuuden taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).



Kuva 61. Reisipalkin lepotasanne osuuden leikkausvoimakuvio (SkyCiv, 2023).

Ensimmäisen syöksyn nousuosuuden reisipalkin suurimmat sisäiset momentti- ja leikkausvoimat piste-
tekuormitustilanteesta edellä olevista kuvioista luettuna on $M_{Ed} = 75,0 \text{ Nm}$ ja $V_{Ed} = 357,0 \text{ N}$.

Taivutusmomentin kestävyys suhteen Eurokoodin määrittelemä ehto täyttyy.

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{75,0 \text{ Nm}}{21500 \text{ Nm}} \leq 1,0$$

$$3,49 \cdot 10^{-3} \leq 1,0$$

(68)

Leikkausvoiman kestävyys tulee täyttää Eurokoodin määrittelemä ehto.

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{357,0 \text{ N}}{348000 \text{ N}} \leq 1,0$$

$$1,03 \cdot 10^{-3} \leq 1,0 \quad (69)$$

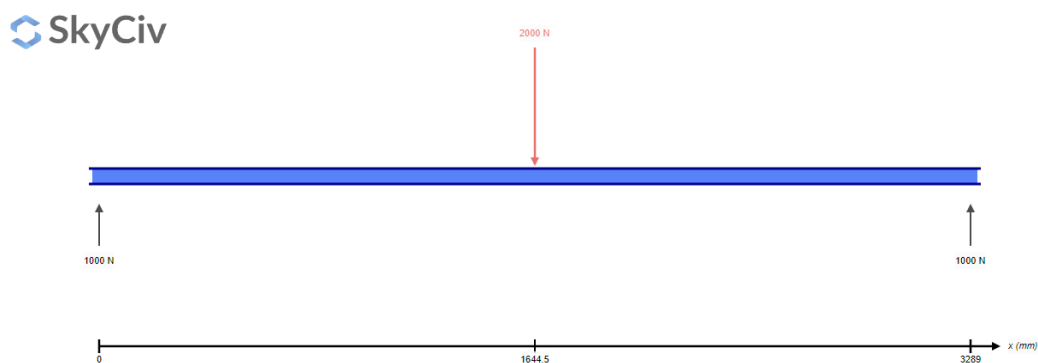
Yhtä aikaa vaikuttavan taivutus ja leikkauskuormituksen suhteen askelman etu- ja takalaidassa on vastaava tilanne kuin askelman päädyssä.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{pl,Rd}}{2}$$

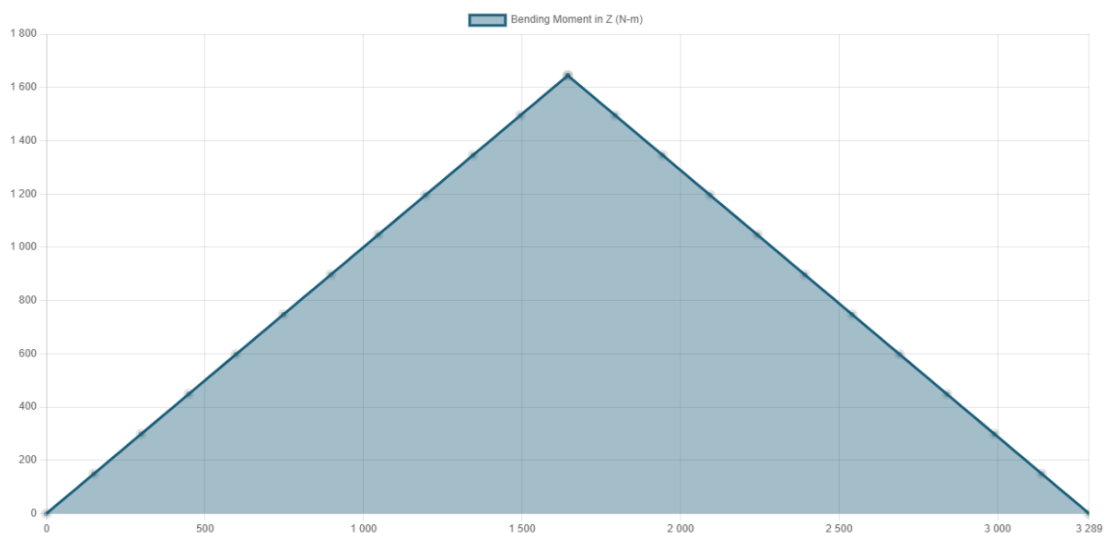
$$357,0 \text{ N} \leq \frac{348000 \text{ N}}{2}$$

$$357,0 \text{ N} \leq 174000 \text{ N} \quad (70)$$

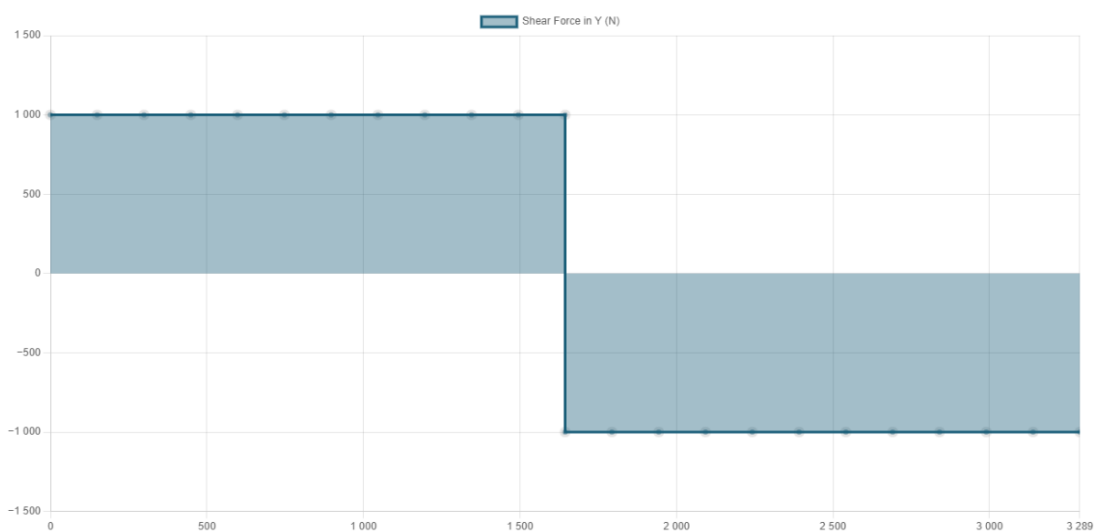
Ensimmäisen porrassyöksen reisipalkissa tarkasteltava pistekuormitus tarkastellaan puolestavälistä palkkia.



Kuva 62. Ensimmäisen reisipalkin nousuosuuden pistekuormitustilanne (SkyCiv, 2023).



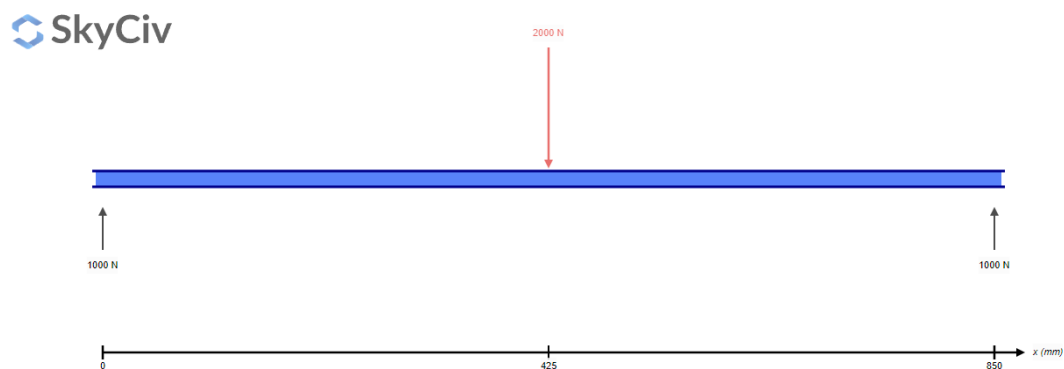
Kuva 63. Reispalkin nousuosuuden pistekuormitustilanteen taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).



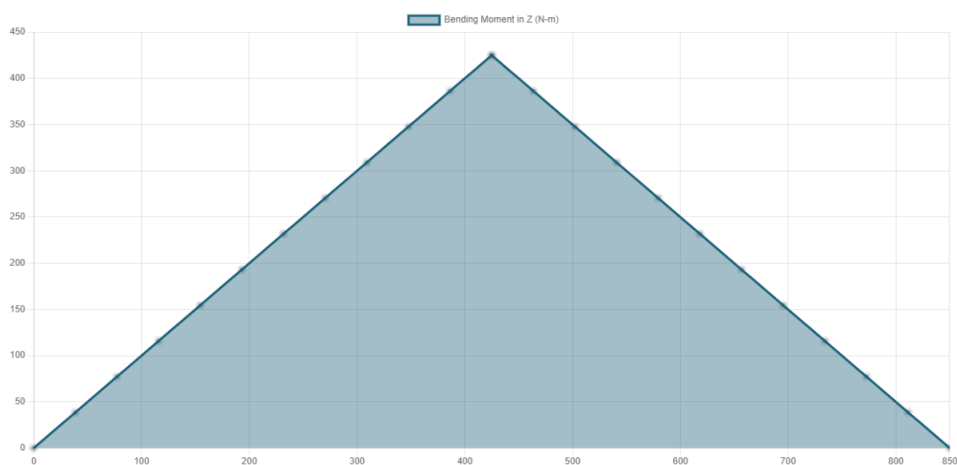
Kuva 64. Ensimmäisen reispalkin nousuosuuden pistekuormitustilanteen leikkausvoimakuvio (SkyCiv, 2023).

Reispalkin nousuosuuden pistekuormitustilanteen suurimmat sisäiset momentti- ja leikkausvoimat edellä olevista kuvioista luettuna on $M_{Ed} = 1644,5 \text{ Nm}$ ja $V_{Ed} = 1000 \text{ N}$. Mitoitusarvojen voidaan todeta olevan taivutusmomentin suhteen yhtä suuri ja leikkausvoimalta pienempi kuin tasaisen kuormituksen tilanteessa, joten palkin voidaan todeta kestävän ilman tarkempaa tarkastelua.

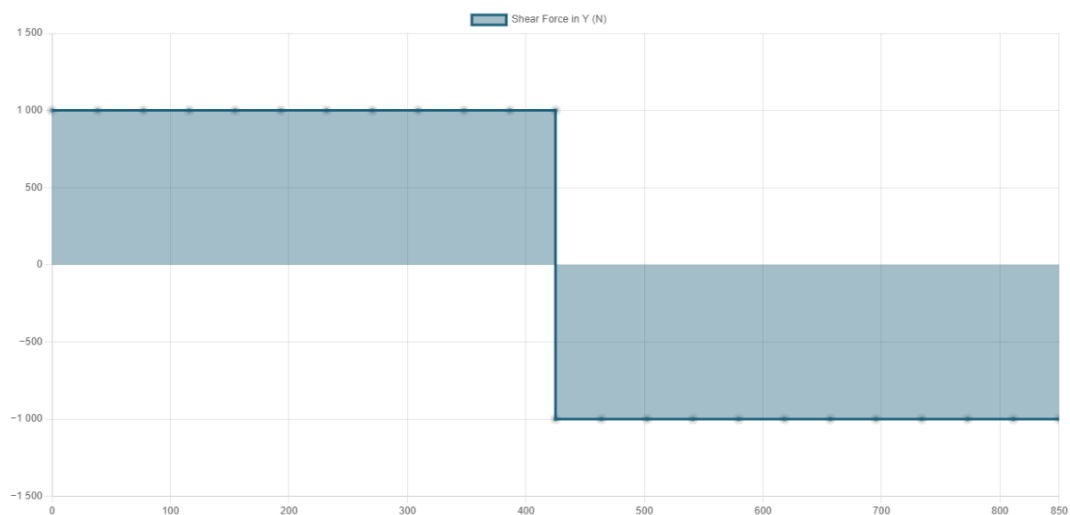
Myös reisipalkin lepotasanneosuuden tarkasteltava pistekuormitus tarkastellaan puolestavälistä palkkia.



Kuva 65. Reisipalkin lepotasanteen pistekuormitustilanne (SkyCiv, 2023).



Kuva 66. Reisipalkin lepotasanteen pistekuormitustilanteen taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).



Kuva 67. Reisipalkin lepotasanteen pistekuormitustilanteen leikkausvoimakuvio (SkyCiv, 2023).

Reisipalkin lepotasanteen pistekuormitustilanteen suurimmat sisäiset momentti- ja leikkausvoimat edellä olevista kuvioista luettuna on $M_{Ed} = 425 \text{ Nm}$ ja $V_{Ed} = 1000 \text{ N}$.

Taivutusmomentin kestävyys suhteen Eurokoodin määrittelemä ehto täyttyy.

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{425 \text{ Nm}}{21500 \text{ Nm}} \leq 1,0$$

$$0,020 \leq 1,0 \quad (71)$$

Leikkausvoiman kestävyys tulee täyttää Eurokoodin määrittelemä ehto.

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{1000 \text{ N}}{348000 \text{ N}} \leq 1,0$$

$$2,87 \cdot 10^{-3} \leq 1,0 \quad (72)$$

Yhtä aikaa vaikuttavan taivutus ja leikkauskuormituksen suhteen askelman etu- ja takalaidassa on vastaava tilanne kuin askelman päädyssä.

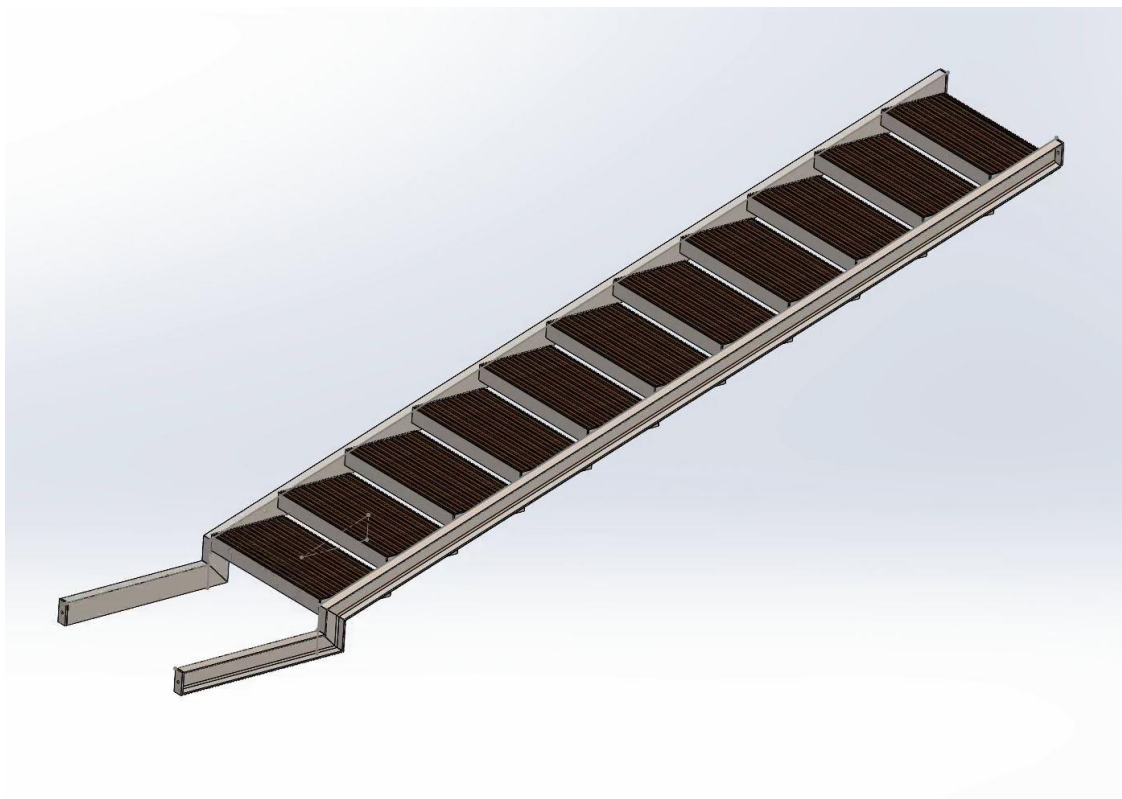
$$V_{Ed} \leq \frac{V_{pl,Rd}}{2}$$

$$1000 \text{ N} \leq \frac{348000 \text{ N}}{2}$$

$$1000 \text{ N} \leq 174000 \text{ N} \quad (73)$$

6.6.2 Toisen porrassyöksen reisipalkki

Ensimmäinen porrassyöksen reisipalkit ovat peilisymmetrisiä, joskin ei täysin symmetrisiä kuormitussellisesti. Vasemmanpuoleinen reisipalkki kantaa lepotasanteella aavistuksen suuremman kuorman kuin oikeanpuoleinen.



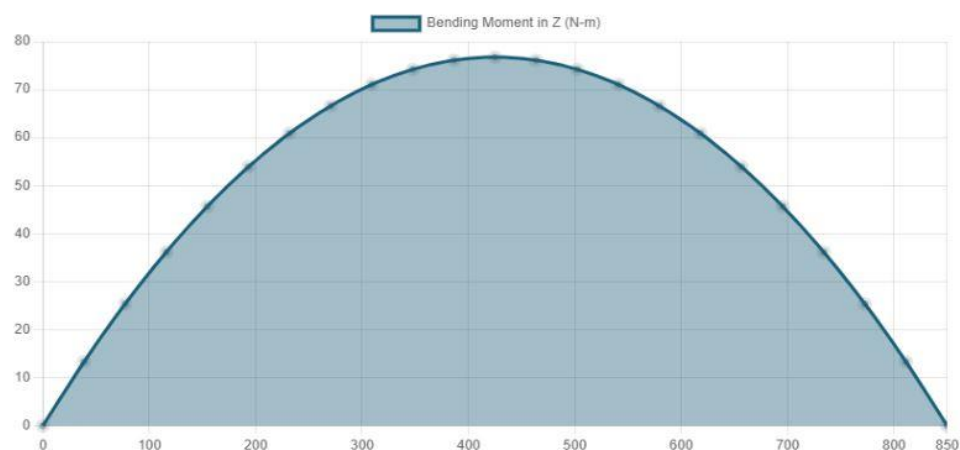
Kuva 68. Toinen porrassyöksy.

Lepotasanteen aiheuttama viivakuormitus reisipalkille on seuraava.

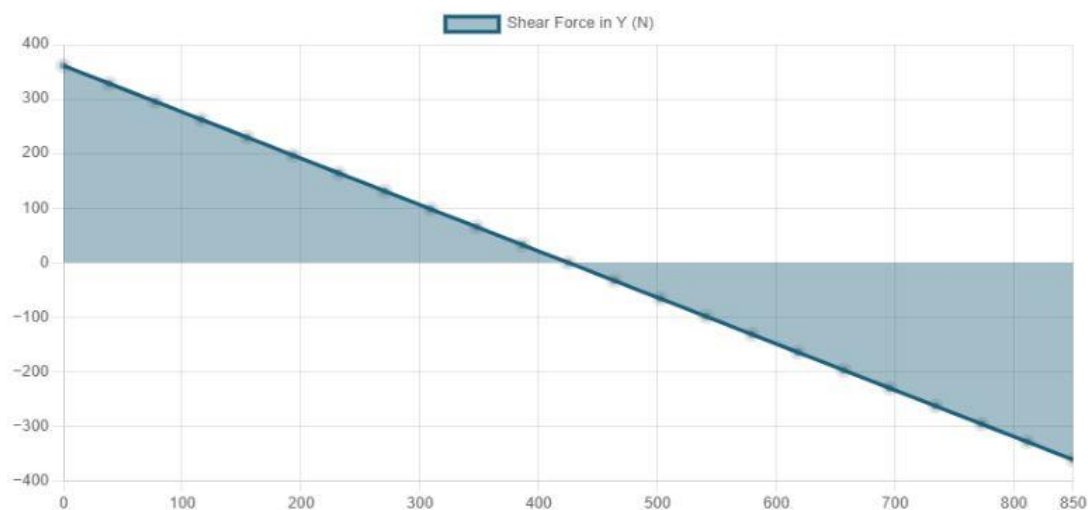
$$q_{\text{askelman välituki}} = 2,0 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,425 \text{ m} = 0,85 \text{ kN/m} = 0,85 \text{ N/mm} \quad (74)$$



Kuva 69. Reisipalkin lepotasanteen osuuden kuormitustilanne (SkyCiv, 2023).



Kuva 70. Reisipalkin lepotasanne osuuden taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).



Kuva 71. Reisipalkin lepotasanne osuuden leikkausvoimakuvio (SkyCiv, 2023).

Ensimmäisen syöksyn nousuosuuden reisipalkin suurimmat sisäiset momentti- ja leikkausvoimat piste-kuormitustilanteesta edellä olevista kuvioista luettuna on $M_{Ed} = 75,0 \text{ Nm}$ ja $V_{Ed} = 357,0 \text{ N}$.

Taivutusmomentin kestävyys suhteen Eurokoodin määrittelemä ehto täyttyy.

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{75,0 \text{ Nm}}{21500 \text{ Nm}} \leq 1,0$$

$$3,49 \cdot 10^{-3} \leq 1,0$$

(75)

Leikkausvoiman kestävyys tulee täyttää Eurokoodin määrittelemä ehto.

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{357,0 \text{ N}}{348000 \text{ N}} \leq 1,0$$

$$1,03 \cdot 10^{-3} \leq 1,0 \quad (76)$$

Yhtä aikaa vaikuttavan taivutus ja leikkauskuormituksen suhteen askelman etu- ja takalaidassa on vastaava tilanne kuin askelman päädyssä.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{pl,Rd}}{2}$$

$$357,0 \text{ N} \leq \frac{348000 \text{ N}}{2}$$

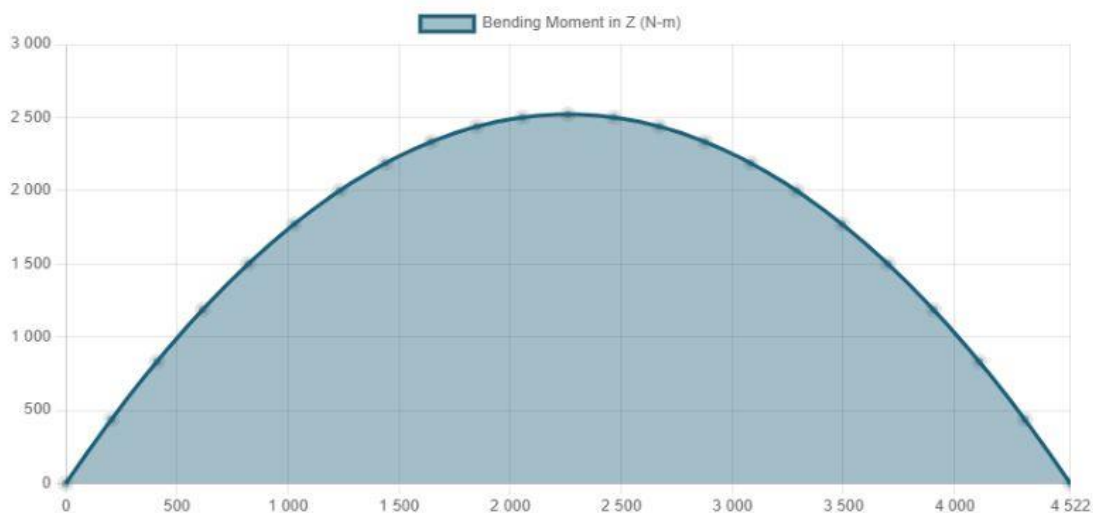
$$357,0 \text{ N} \leq 174000 \text{ N} \quad (77)$$

Askelman aiheuttama kokonaiskuormitus jakautuu tasaisesti molemmille reisipalkeille.

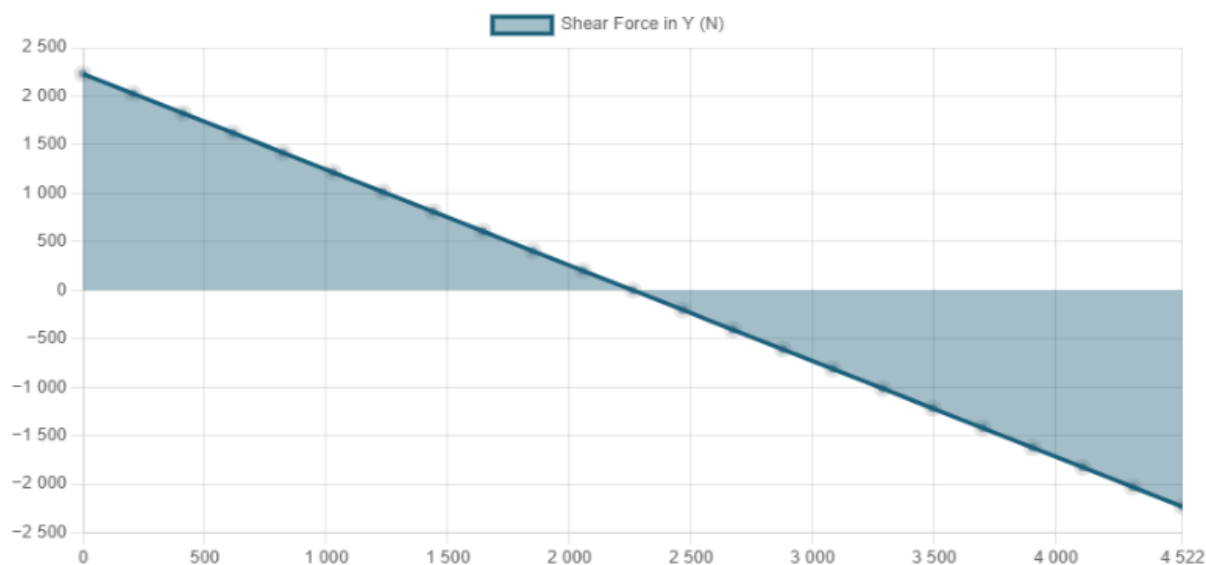
$$q_{\text{kok.kuorma}} = \frac{427,58295 \text{ N}}{411,1 \text{ mm}} = 1,040094746 \text{ N/mm} \quad (78)$$



Kuva 72. Reisipalkin nousuosan kuormitustilanne (koordinaatisto käännetty nousukulman mukaisesti) (SkyCiv, 2023).



Kuva 73. Reisipalkin nousuosan taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).



Kuva 74. Reisipalkin nousuosan leikkausvoimakuvio (SkyCiv, 2023).

Ensimmäisen syöksyn nousuosuuden reisipalkin suurimmat sisäiset momentti- ja leikkausvoimat pistekuormitustilanteesta edellä olevista kuvioista luettuna on $M_{Ed} = 2261,0 \text{ Nm}$ ja $V_{Ed} = 2230,8 \text{ N}$.

Taivutusmomentin kestävyys suhteen Eurokoodin määrittelemä ehto täyttyy.

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{2261,0 \text{ Nm}}{21500 \text{ Nm}} \leq 1,0$$

$$0,105 \leq 1,0$$

Leikkausvoiman kestävyys tulee täyttää Eurokoodin määrittelemä ehto.

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{2230,8 \text{ N}}{348000 \text{ N}} \leq 1,0$$

$$6,41 \cdot 10^{-3} \leq 1,0 \quad (80)$$

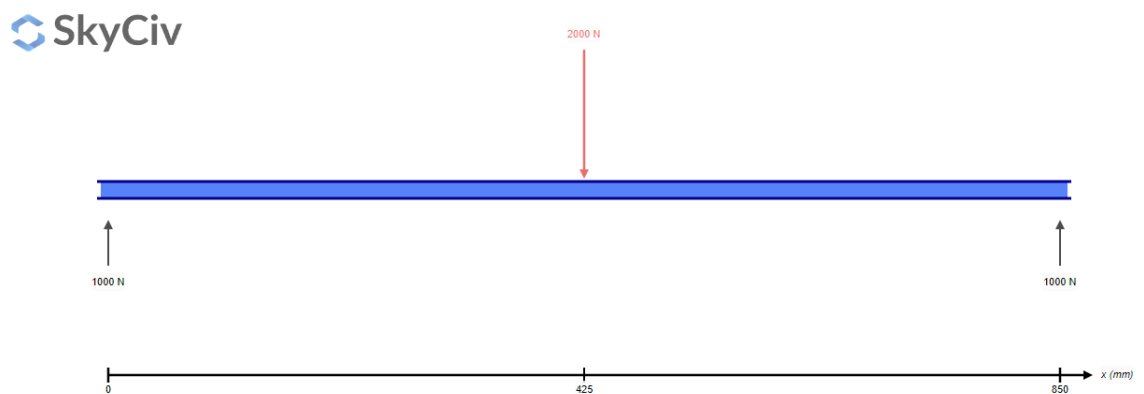
Yhtä aikaa vaikuttavan taivutus ja leikkauskuormituksen suhteen askelman etu- ja takalaidassa on vastaava tilanne kuin askelman päädyssä.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{pl,Rd}}{2}$$

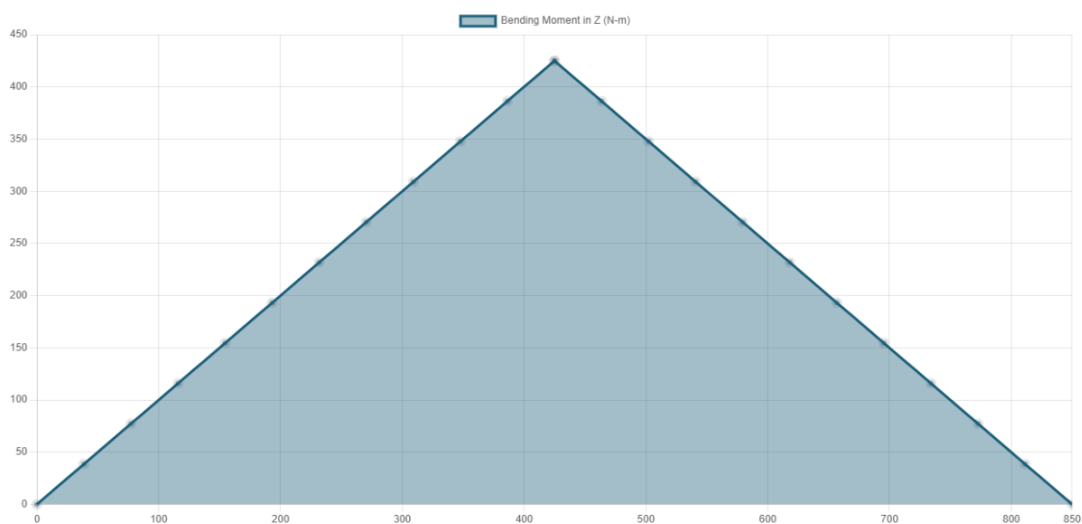
$$2230,8 \text{ N} \leq \frac{348000 \text{ N}}{2}$$

$$2230,8 \text{ N} \leq 174000 \text{ N} \quad (81)$$

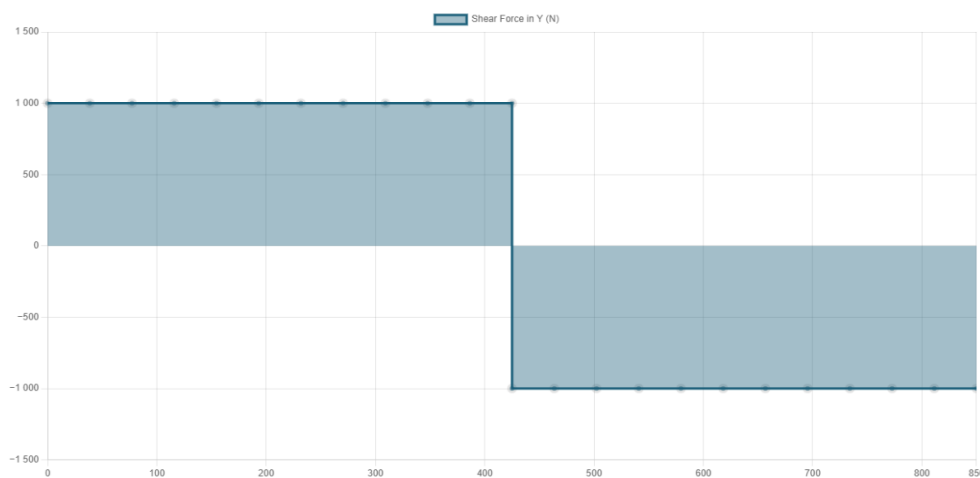
Toisen porrassyöksen reisipalkissa tarkasteltava pistekuormitus tarkastellaan puolesta välistä palkkia.



Kuva 75. Reisipalkin lepotasanteen pistekuormitustilanne (SkyCiv, 2023).



Kuva 76. Reisipalkin lepotasanteen pistekuormitustilanteen taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).



Kuva 77. Reisipalkin lepotasanteen pistekuormitustilanteen leikkausvoimakuvio (SkyCiv, 2023).

Reisipalkin lepotasanneosuuden pistekuormitustilanteen suurimmat sisäiset momentti- ja leikkausvoimat edellä olevista kuvioista luettuna on $M_{Ed} = 425 \text{ Nm}$ ja $V_{Ed} = 1000 \text{ N}$.

Taivutusmomentin kestävyys suhteen Eurokoodin määrittelemä ehto täyttyy.

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{425 \text{ Nm}}{21500 \text{ Nm}} \leq 1,0$$

$$0,020 \leq 1,0 \quad (82)$$

Leikkausvoiman kestävyys tulee täyttää Eurokoodin määrittelemä ehto.

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{1000 \text{ N}}{348000 \text{ N}} \leq 1,0$$

$$2,87 \cdot 10^{-3} \leq 1,0 \quad (83)$$

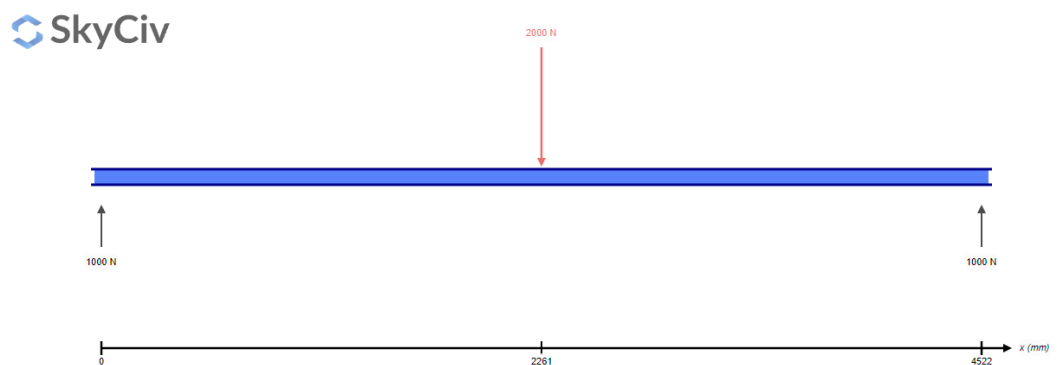
Yhtä aikaa vaikuttavan taivutus ja leikkauskuormituksen suhteen askelman etu- ja takalaidassa on vastaava tilanne kuin askelman päädyssä.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{pl,Rd}}{2}$$

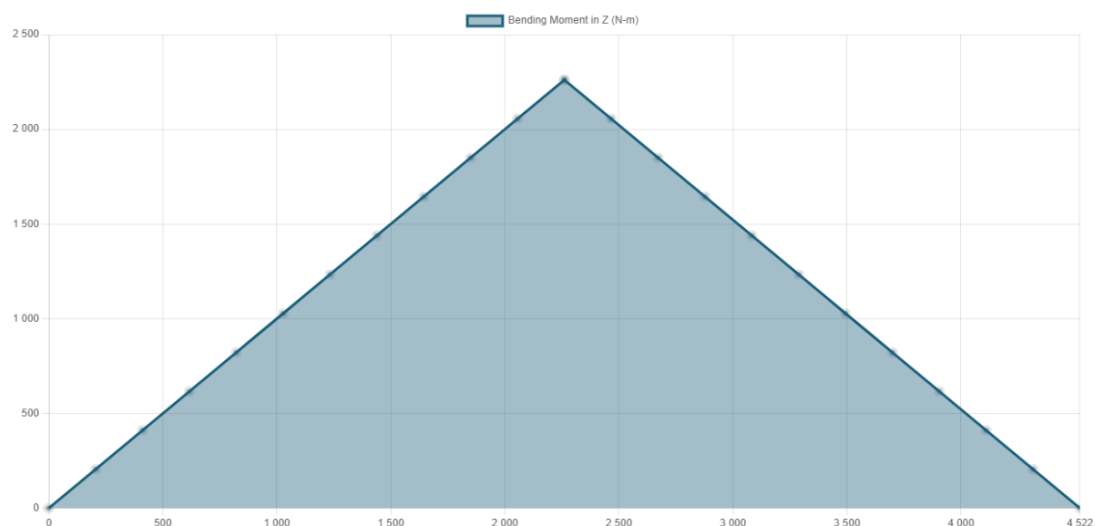
$$1000 \text{ N} \leq \frac{348000 \text{ N}}{2}$$

$$1000 \text{ N} \leq 174215,4438 \text{ N} \quad (84)$$

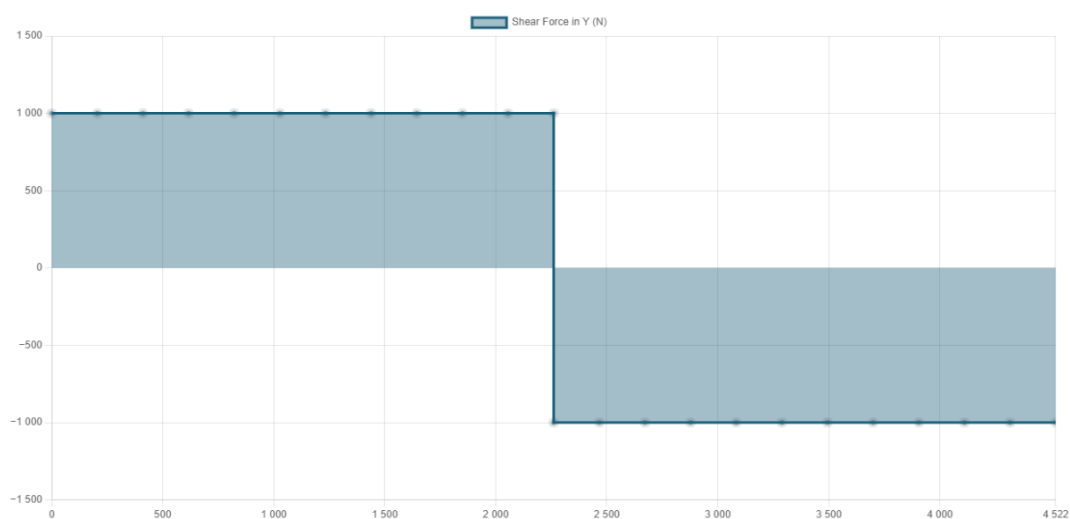
Toisen porrassyöksen reisipalkissa tarkasteltava pistekuormitus tarkastellaan puolestavälistä palkkia.



Kuva 78. Reisipalkin nousuosuuden pistekuormitustilanne (SkyCiv, 2023).



Kuva 79. Reisipalkin nousuosuuden pistekuormitustilanteen taivutusmomenttikuvio (SkyCiv, 2023).

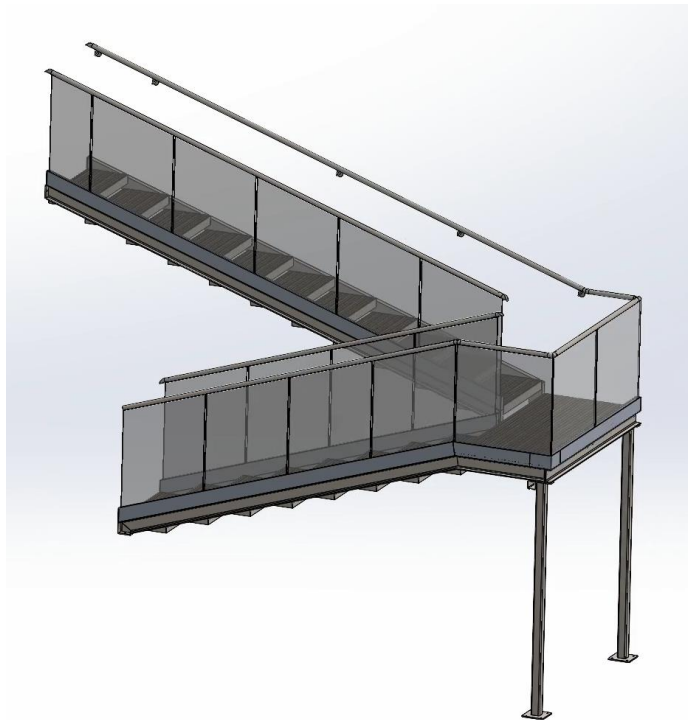


Kuva 80. Reisipalkin nousuosuuden pistekuormitustilanteen leikkausvoimakuvio (SkyCiv, 2023).

Reisipalkin nousuosuuden pistekuormitustilanteen suurimmat sisäiset momentti- ja leikkausvoimat edellä olevista kuvioista luettuna on $M_{Ed} = 2261 \text{ Nm}$ ja $V_{Ed} = 1000 \text{ N}$. Mitoitusarvojen voidaan todeta olevan taivutusmomentin suhteen yhtä suuri ja leikkausvoimalta pienempi kuin tasaisen kuormituksen tilanteessa, joten palkin voidaan todeta kestävän ilman tarkempaa tarkastelua.

6.7 Tukipilarit

Portaikon lepotasannetta tukee lepotasanteen alla olevat kaksi tukipilaria, nämä kantavat likipitään koko portaan painon, että kuormat.



Kuva 81. Portaikko tukipilareineen.

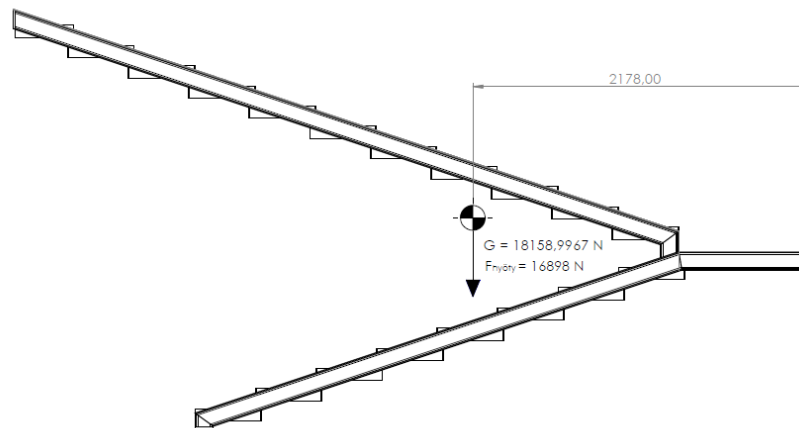
Portaikon omamassa määritetty Solidworks-ohjelmistolla 1851,07 kg.

$$G = mg$$

$$G = 1851,07 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \approx 18200 \text{ N} \quad (85)$$

Portaikon kokonaishyötykuormana 16898 N

$$F_{hyöty} = 19 \cdot 714 \text{ N} + (1,96 \text{ m} \cdot 0,85 \text{ m}) \cdot 2000 \text{ N/m}^2 \approx 16900 \text{ N} \quad (86)$$



Kuva 82. Tukipilareiden kuormitustilanne.

Tukipilarit ovat muodoltaan neliöputkipalkkeja, kooltaan SHS 80x80x5. Tukipilari on 2112 millimetriä korkea.

Tukipilari SHS 80x80x5 kuuluu poikkileikkausluokkaan 1.

$$\frac{c}{t} \leq \frac{36\varepsilon}{\alpha}$$

$$\frac{60 \text{ mm}}{5 \text{ mm}} \leq \frac{36 \cdot 0,8136165135}{0,5}$$

$$12 \leq 58,6 \quad (87)$$

SHS 80x80x5 profiilin taulukon mukainen pinta-ala A (Valtanen, 2012).

$$A = 1440 \text{ mm}^2 \quad (88)$$

SHS 80x80x5 profiilin taulukon mukainen jäyhyysmomentti I (Valtanen, 2012).

$$I_z = 1310000 \text{ mm}^4 \quad (89)$$

Nurjahdusvoima N_{cr} .

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L_{cr}^2}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \text{ N/mm}^2 \cdot 1310000 \text{ mm}^4}{(2112 \text{ mm})^2} \approx 609000 \text{ N} \quad (90)$$

Muunnettu hoikkuus $\bar{\lambda}$.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{1440 \text{ mm}^2 \cdot 355 \text{ N/mm}^2}{608698,8876 \text{ N}}} = 0,9164191767 \quad (91)$$

Kuumavalssattuna neliöputkipalkki kuuluu nurjahduskäyrään a, materiaalilaadun ollessa S355 raken-
neteräs. Kyseisen nurjahduskäyrän epätarkkuustekijä α on 0,21.

$$\Phi = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$$

$$\Phi = 0,5[1 + 0,21(0,9164191767 - 0,2) + 0,9164191767^2]$$

$$\Phi = 0,9951360673 \quad (92)$$

Pienennystekijä X .

$$X = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}}$$

$$X = \frac{1}{0,9951360673 + \sqrt{0,9951360673^2 - 0,9164191767^2}}$$

$$X = 0,7230433879 \quad (93)$$

Pienennystekijä X :n on täytettävä seuraava ehto.

$$X \leq 1,0$$

$$0,7230433879 \leq 1,0 \quad (94)$$

SHS 80x80x5 profiilin puristuskestävyys.

$$N_{b,Rd} = \frac{XAf_y}{\gamma_{M1}}$$

$$N_{b,Rd} = \frac{0,7230433879 \cdot 1440 \text{ mm}^2 \cdot 355 \text{ N/mm}^2}{1,0} \approx 370000 \text{ N} \quad (95)$$

Tukipilarin on täytettävä seuraava ehto.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{18200 \text{ N} + 16900 \text{ N}}{370000 \text{ N}} \leq 1,0$$

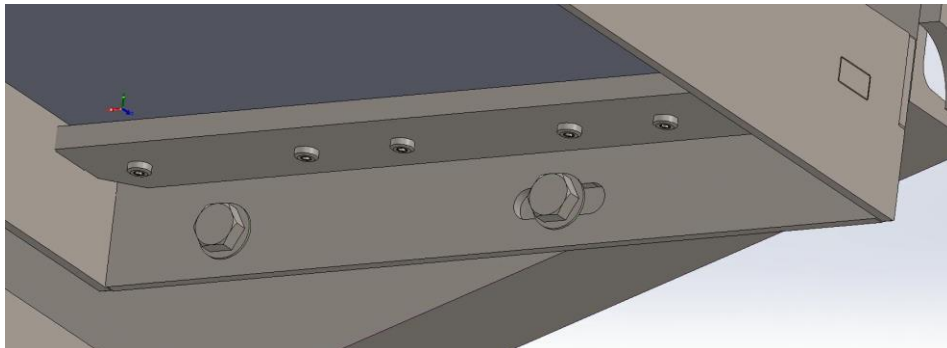
$$0,095 \leq 1,0$$

(96)

6.8 Ruuviliitokset

6.8.1 Askelma

Askelman kiinnittämiseksi reisipalkkeihin käytetään 8.8 lujuusluokan M12 kuusioruuveja, jotka ovat 160 millimetrin päässä toisistaan. Ruuviliitoksen tapauksessa kyseessä on kaksileikkeinen liitos.



Kuva 83. Askelman ruuvikiinnitys reisipalkkiin.

M12 ruuville on määritetty taulukon mukainen leikkauskestävyys (Teräsrakenneyhdistys ry, 2010), tarkasteltava leikkaustaso on ruuvin kierre osuudella.

$$A_s = 84,3 \text{ mm}^2 \quad (97)$$

$$F_{v,Rd} = 32,4 \text{ kN} \quad (98)$$

Ruuviliitoksen mitoitusvoima F_{Ed} saadaan jakamalla askelman kokonaiskuorma kahtia.

$$F_{Ed} = \frac{855,1659 \text{ N}}{2} \approx 428 \text{ N} \quad (99)$$

Ruuviliitoksen mitoitusvoima ruuvia kohden.

$$F_{v,Ed} = \frac{F_{Ed}}{n}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{428}{2} = 214 \text{ N} \quad (100)$$

Leikkausvoimakestävyyden tulee täyttää seuraava ehto.

$$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$$

$$214 \text{ N} \leq 32400 \text{ N} \quad (100)$$

Ruuviliitoksen reunapuristuskestävyys.

$$\alpha_d = \frac{e_1}{3d_0}$$

$$\alpha_d = \frac{60 \text{ mm}}{3 \cdot 13,5 \text{ mm}} = 1,481481481 \quad (101)$$

Lujuusluokan 8.8 ruuvin lujuus määrittyy taulukosta (Teräsrakenneyhdistys ry, 2010).

$$f_{ub} = 800 \text{ N/mm}^2 \quad (102)$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \alpha_b; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\}$$

$$\alpha_b = \min \left\{ 1,481481481; \frac{800 \text{ N/mm}^2}{510 \text{ N/mm}^2}; 1,0 \right\}$$

$$\alpha_b = \min \{ 1,481481481; 1,568627451; 1,0 \}$$

$$\alpha_b = 1,0 \quad (103)$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\}$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,8 \frac{60,3 \text{ mm}}{13,5 \text{ mm}} - 1,7; 2,5 \right\}$$

$$k_1 = \min \{ 10,80666667; 2,5 \}$$

$$k_1 = 2,5 \quad (104)$$

Reunapuristuskestävyys $F_{b,Rd}$ on seuraava.

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot 1,0 \cdot 510 \text{ N/mm}^2 \cdot 12 \text{ mm} \cdot 5 \text{ mm}}{1,25}$$

$$F_{b,Rd} = 61200 \text{ N} \quad (105)$$

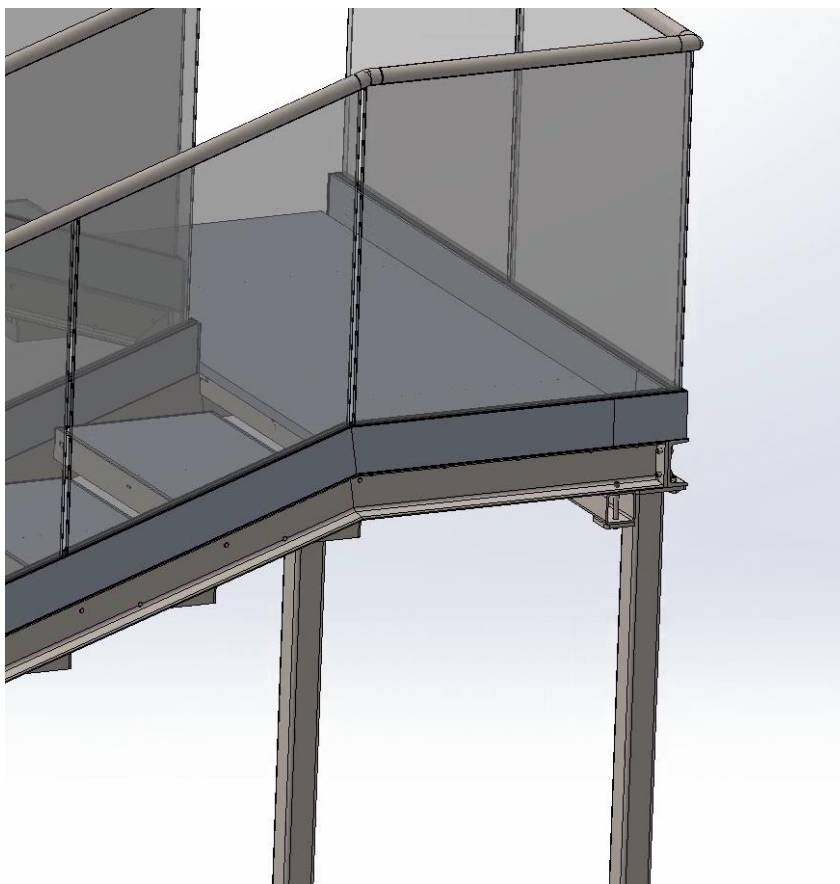
Reunapuristuskestävyyden tulee täyttää seuraava ehto.

$$F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$$

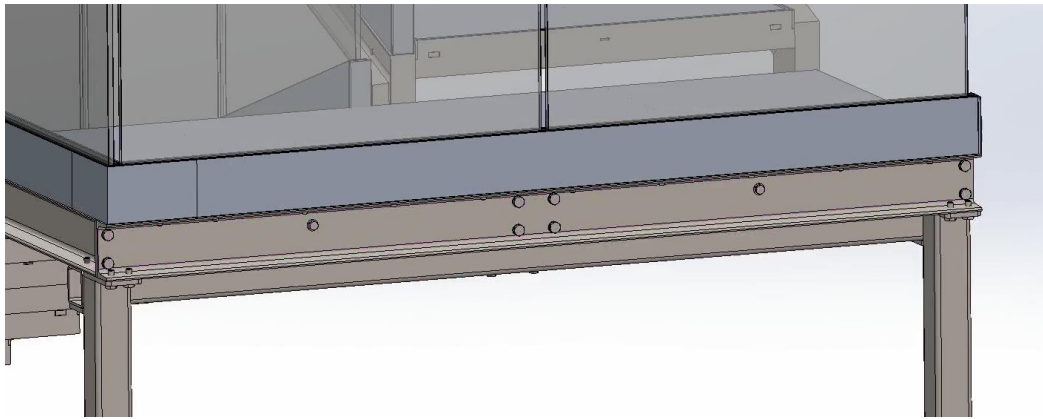
$$214 \text{ N} \leq 61200 \text{ N} \quad (106)$$

6.8.2 Reisipalkit

Porrassyöksyt kiinnittyvät reisipalkeista vaakasuuntaiseen UNP-palkkiin, josta syöksy tukeutuu tukipilariin. Mitoitusarvallisesti suurin osa kuormasta kohdistuu reisipalkkien kiinnitysruuveihin.



Kuva 84. Porrassyöksyjen tukeutuminen vaakapalkista tukipilareihin.



Kuva 85. Reispalkkien kiinnitysruuvit.

Askelman kiinnittämiseksi reispalkkeihin käytetään 8.8 lujuusluokan M12 kuusioruuveja, ruuveja on yhteensä kahdeksan kappaletta. Ruuviliitoksen tapauksessa kyseessä on yksileikkeinen liitos.

Ruuviliitoksen mitoitusvoima F_{Ed} .

$$F_{Ed} = 35056,9967 \text{ N} \quad (107)$$

Ruuviliitoksen mitoitusvoima ruuvia kohden.

$$F_{v,Ed} = \frac{F_{Ed}}{n}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{35056,9967 \text{ N}}{8} = 4380 \text{ N} \quad (108)$$

Leikkausvoimakestävyyden tulee täyttää seuraava ehto.

$$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$$

$$4380 \text{ N} \leq 32400 \text{ N} \quad (109)$$

Ruuviliitoksen reunapuristuskestävyys.

$$\alpha_d = \frac{e_1}{3d_0}$$

$$\alpha_d = \frac{20 \text{ mm}}{3 \cdot 13,5 \text{ mm}} = 0,4938271605 \quad (110)$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \alpha_b; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\}$$

$$\alpha_b = \min \left\{ 0,4938271605; \frac{800 \text{ N/mm}^2}{510 \text{ N/mm}^2}; 1,0 \right\}$$

$$\alpha_b = \min \{0,4938271605; 1,568627451; 1,0\}$$

$$\alpha_b = 0,4938271605 \quad (111)$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\}$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,8 \frac{30 \text{ mm}}{13,5 \text{ mm}} - 1,7; 2,5 \right\}$$

$$k_1 = \min \{4,522222222; 2,5\}$$

$$k_1 = 2,5 \quad (112)$$

Reunapuristuskestävyys $F_{b,Rd}$ on seuraava.

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot 0,4938271605 \cdot 510 \text{ N/mm}^2 \cdot 12 \text{ mm} \cdot 7 \text{ mm}}{1,25}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot 1,0 \cdot 510 \text{ N/mm}^2 \cdot 12 \text{ mm} \cdot 5 \text{ mm}}{1,25} = 42300 \text{ N} \quad (113)$$

Reunapuristuskestävyyden tulee täyttää seuraava ehto.

$$F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$$

$$42311,11111 \text{ N} \leq 61200 \text{ N} \quad (114)$$

6.8.3 Portaikon ankkurointi

Portaikko ankkuroidaan rakennuksen puiseen palkkiin M12 ankkuritangoin. Ankkuriliitoksia on neljä kappaletta. Mitoituksellisesti ankkurit kantavat toisen porrassyöksen kuormitusta.

Toisen porrassyöksen omamassa määrittyy Solidworks-ohjelmistolla 482,21 kg.

$$G = mg$$

$$G = 482,21 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \approx 4730 \text{ N} \quad (115)$$

Toisen porrassyöksen kokonaishyötykuormana 16898 N

$$F_{hyöty} = 11 \cdot 714 \text{ N} + \left(\frac{1,96 \text{ m}}{2} \cdot 0,85 \text{ m} \right) \cdot 2000 \text{ N/m}^2 = 9520 \text{ N} \quad (116)$$

$$F_{Ed} = 4730 \text{ N} + 9520 \text{ N} \approx 14300 \text{ N} \quad (117)$$

Ruuviliitoksen mitoitusvoima ruuvia kohden.

$$F_{v,Ed} = \frac{F_{Ed}}{n}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{14300 \text{ N}}{4} \approx 3580 \text{ N} \quad (118)$$

Leikkausvoimakestävyyden tulee täyttää seuraava ehto.

$$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$$

$$3580 \text{ N} \leq 32400 \text{ N} \quad (119)$$

Ruuviliitoksen reunapuristuskestävyys

$$\alpha_d = \frac{e_1}{3d_0}$$

$$\alpha_d = \frac{20 \text{ mm}}{3 \cdot 13,5 \text{ mm}} = 0,4938271605 \quad (120)$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \alpha_b; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\}$$

$$\alpha_b = \min \left\{ 0,4938271605; \frac{800 \text{ N/mm}^2}{510 \text{ N/mm}^2}; 1,0 \right\}$$

$$\alpha_b = \min \{0,4938271605; 1,568627451; 1,0\}$$

$$\alpha_b = 0,4938271605 \quad (121)$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\}$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,8 \frac{30 \text{ mm}}{13,5 \text{ mm}} - 1,7; 2,5 \right\}$$

$$k_1 = \min \{4,522222222; 2,5\}$$

$$k_1 = 2,5 \quad (122)$$

Reunapuristuskestävyys $F_{b,Rd}$ on seuraava.

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot 0,4938271605 \cdot 510 \text{ N/mm}^2 \cdot 12 \text{ mm} \cdot 10 \text{ mm}}{1,25}$$

$$F_{b,Rd} = 60400 \text{ N} \quad (123)$$

Reunapuristuskestävyyden tulee täyttää seuraava ehto.

$$F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$$

$$60400 \text{ N} \leq 61200 \text{ N} \quad (124)$$

LÄHTEET

Combiporras Oy. 2023. SUORAT PORTAAT, HÄTÄPOISTUMISTIET JA TEOLLISUUSPORTAAT.

[Online] 2023. [Viitattu: 13. 05 2023.] <https://www.combiporras.fi/tuotteet/suorat-portaat-hatapoistumistiet-ja-teollisuusportaat/>.

EUROCODE 3. TERÄSRAKENTEIDEN SUUNNITTELU. OSA 1-1: YLEISET SÄÄNNÖT JA RAKENNUKSIA KOSKEVAT SÄÄNNÖT. **SUOMEN STANDARDISOIMISLIITTO SFS. 2005.** Helsinki : s.n., 2005. SFS-EN 1993-1-1.

Eurokoodi 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-1: Yleiset kuormat. Tilavuuspainot, oma paino ja rakennusten hyötykuormat. **SUOMEN STANDARDISOIMISLIITTO SFS. 2011.** Helsinki : s.n., 2011. SFS-EN 1991-1-1 + AC.

Eurokoodi 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-4: Yleiset kuormat. Tuulikuormat. **SUOMEN STANDARDISOIMISLIITTO SFS. 2011.** Helsinki : s.n., 2011. SFS-EN 1991-1-4 + AC + A1.

EUROKOODI. RAKENTEIDEN SUUNNITTELUPERUSTEET. **SUOMEN STANDARDISOIMISLIITTO SFS. 2006.** Helsinki : s.n., 2006. SFS-EN 1990 + A1 + AC.

FEON. 2023. Avopalkit. *UNP-palkit S235JR, S355J2.* [Online] 2023. [Viitattu: 13. 05 2023.] <https://verkkokauppa.feon.fi/tuotteet/8830856/unp-palkit-s235jr-s355j2>.

Gadam, Suhasini. 2023. What is iterative and incremental development? Process, examples. [Online] 26. 01 2023. [Viitattu: 10. 05 2023.] <https://blog.logrocket.com/product-management/what-is-iterative-incremental-development-process-examples/>.

Halme, Jouni. 2018. Aivorihi - toteutus ja peruseriaatteet. [Online] 02. 10 2018. [Viitattu: 16. 07 2023.] <https://info.orchidea.dev/innovaatio-blogi/aivorihi>.

Hietikko, Esa. 2016. *Tietokoneavusteinen suunnittelu SolidWorks 2016.* Helsinki : BoD - Books on Demand, 2016. ISBN 978-952-318-982-9.

Hignett, Katherine. 2019. Ancient Egyptian Tomb With Dozens of Human Remains, Child Mummies and 'Soul of the Deceased' Statuette Discovered. [Online] Newsweek, 19. 04 2019. [Viitattu: 15. 07 2023.] <https://www.newsweek.com/ancient-egypt-mummies-tomb-archaeology-cartonnage-1403726>.

Hirn, Annikki. 2020. *KUUMASINKITYSKÄSIKIRJA.* Tukholma : nordic GALVANIZERS, 2020.

Kiwa Inspecta. 2023. CE-merkintä rakennustuotteille. [Online] 2023. [Viitattu: 21. 04 2023.] https://www.kiwa.com/fi/fi/palvelumme2/sertifiointi-arviointi-ja-todentaminen/ce-merkinta-rakennustuotteille/?gad=1&gclid=CjwKCAjw6IiBhAOEiwALNqncTGTsxjQDR2LSSBQ4nSYkWa8FF-gaJpkhf_7_GAj8dodyWrNdJwSqBoC6RUQAvD_BwE.

K-rauta. 2023. Paineekyllästetyt terassilaudat. *Terassilauta PROF kestopuu ruskea uritettu 28x120 NTR/AB 3-6 metriä.* [Online] 2023. [Viitattu: 13. 05 2023.] <https://www.k-rauta.fi/tuote/terassilauta-prof-kestopuu-ruskea-uritettu-28x120-ntrab-3-6-metria/6438313557104>.

Kuopion Kuumasinkitys. 2023. SINKITYSOHJEITA. *KUINKA VOIT VAIKUTTA KUUMASINKITYN.* [Online] 2023. [Viitattu: 16. 07 2023.] <https://kuopionkuumasinkitys.fi/sinkitysohjeita/>.

LeanThinking. 2023. Mitä LEAN on? – Mitä LEAN ei ole? [Online] 2023. [Viitattu: 16. 07 2023.] <https://leanthinking.fi/mika-ja-mita-lean-on/>.

LK Porras Oy. 2023. Suorat portaat. *Askelmat.* [Online] applari, 2023. [Viitattu: 13. 05 2023.] <https://lkporras.fi/tuotteet/suorat-portaat/>.

Luukkanen, Joose. 2023. Huonon tuotteen myynti. [Online] 23. 03 2023. [Viitattu: 09. 05 2023.] <https://www.huippumyynti.fi/huonon-tuotteen-myynti/>.

Moottori. 2016. AJONEUVOT UUTINEN. *9 miljoonaa Toyotan hybridiä.* [Online] 22. 05 2016. [Viitattu: 09. 05 2023.] <https://moottori.fi/ajoneuvot/jutut/9-miljoonaa-toyotan-hybridia/>.

PAARIKULJETUKSEN TILANTARVE. Rakennustieto Oy. 2019. RT 103117.

PARVEN PORTAAT. Wallenius, Ville. 2019. s.l. : Aalto-yliopisto, 2019.

Pesuri, Minna. 2021. SWOT-analyysi. [Online] 2021. [Viitattu: 21. 04 2023.] <https://markkinoidaanko8.webnode.fi/swot-analyysi/>.

Piironen, Tomi. 2013. TERÄSRAKENTEIDEN SUUNNITTELUOHJEITA PAREMPAAN VALMISTETTAVUUTEEN. Kuopio : Savonia-ammattikorkeakoulu, 2013. D4/2/2013. ISBN 978-952-203-177-8.

PORTAAT JA LUISKAT. Rakennustieto Oy. 2019. RT 103027.

Portaiden suunnittelun tuotteistaminen. Mäkelä, Pekka. 2012. Espoo : Savonian ammattikorkeakoulu, 2012.

PrimaTimber Oy. 2023. OPPAAT JA IDEAT. *Näillä ohjeilla rakennat erinomaisen terassin.* [Online] 30. 05 2023. [Viitattu: 30. 05 2023.] <https://www.primatimber.fi/oppaat-ja-ideat/nailla-ohjeilla-rakennat-erinomaisen-terassin/>.

Puuportaiden suunnittelu. Henriksson, Heikki. 2020. s.l. : Metropolia Ammattikorkeakoulu, 2020.

Q-railing. 2023. VERKKOKAUPPA. [Online] 2023. [Viitattu: 13. 05 2023.] <https://www.q-railing.com/fi-fi/>.

Rakennustuoteteollisuus RTT Oy. 2021. EUROKOODIT. *EUROKOODIT - TARKOITUS.* [Online] 7. 05 2021. [Viitattu: 21. 04 2023.] <https://www.eurocodes.fi/eurokoodit-tarkoitus/>.

Rakenteiden lujuus ja vakaus. Bergman, Jukka. 2019. Helsinki : Ympäristöministeriö, 2019.

R-FIX OÜ. 2023. Tuotteet. [Online] 2023. [Viitattu: 13. 05 2023.] <https://rfix.eu/fi/tuotteet/>.

Rinkinen, Anu. 2019. VATIKAANIN MUSEOT PIAN AUKI PERJANTAI-ILTAISIN. [Online] Tripsteri, 05. 02 2019. [Viitattu: 15. 07 2023.] <https://tripsteri.fi/tripsteri-blogi/vatikaanin-museot-auki-perjantai-iltaisin/>.

Ruohola, Timo. 2021. *Saunarakennus*. Kastelli-Talot Oy, Oulu : 2021.

—, 2021. *Saunarakennus*. Kastelli-Talot Oy, Riihimäki : 2021.

Savonia-ammattikorkeakoulu. 2014. Opinnäytetyön työsuunnitelma. [Online] 08 2014. [Viitattu: 21. 04 2023.] <https://amksavonia.sharepoint.com/sites/reppu-opinnaytetyo/Jaetut%20asiakirjat/Forms/AllItems.aspx?id=%2Fsites%2Freppu%2Dopinnaytetyo%2FJaetut%20asiakirjat%2FSuojatut%20tiedostot%2FTy%C3%B6suunnitelman%20sis%C3%A4lt%C3%B6%2Epdf&parent=%2Fsites%2Freppu%2Do>. ONT 8/2014.

SkyCiv. 2023. Beam. [Online] 2023. [Viitattu: 13. 05 2023.] <https://platform.skyciv.com/beam>.

STARSUPPLIES. 2016. Who Invented The Staircase? [Online] 21. 12 2016. [Viitattu: 15. 07 2023.] <https://www.stairsupplies.com/resources/design/who-invented-staircase/>.

Suomen Teräsrutilä STR Oy. 2023. STR-SUORAPORRAS R30. [Online] 2023. [Viitattu: 13. 05 2023.] https://www.str.fi/wp-content/uploads/esite_suoraporras.pdf.

Teräksinen tarkastuskuilu - Esisuunnittelu ja tarjouskyselypiirustukset. **Kesälahti, Petri. 2015.** Keminmaa : LAPIN AMK, 2015.

Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 1: Vaatimukset rakenteellisten kokoonpanojen vaatimusten mukaisuuden arviointiin. **SUOMEN STANDARDISOIMISLIITTO SFS. 2012.** Helsinki : s.n., 2012. SFS-EN 1090-1 + A1.

Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 2: Teräsrakenteiden tekniset vaatimukset. **SUOMEN STANDARDISOIMISLIITTO SFS. 2018.** Helsinki : s.n., 2018. SFS-EN 1090-2:2018.

Teräsrakenneyhdistys. Kuumasinkittyjen teräsrakenteiden käyttöikä. [Online] [Viitattu: 09. 07 2023.] https://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/221/1ba5d4e/Kuumasinkittyjen_terasrakenteiden_kayttoika_2014_09.pdf.

Teräsrakenneyhdistys ry. 2010. *TERÄSRAKENTEIDEN SUUNNITTELU JA MITOITUS*. Helsinki : Teräsrakenneyhdistys ry, 2010. ISBN 978-952-9683-50-5.

TERÄSRAKENTEIDEN PINNOITTEET JA KÄYTTÖIKÄSUUNNITTELU. **Sipilä, Risto.** s.l. : Teräsrakenneyhdistys.

Terösportaiden mitoitus, mallinnus ja piirustustuotanto. **Kuikka, Pekka. 2017.** s.l. : Tampereen ammattikorkeakoulu, 2017.

Valtanen, Esko. 2012. *Tekniikan taulukkokirja*. Mikkeli : Genesis-Kirjat Oy, 2012. ISBN 978-952-9867-36-3.

Weland Oy. 2023. ERIKOISPORTAAT. [Online] 2023. [Viitattu: 13. 05 2023.]

<https://www.weland.fi/fi/Tuotteet/portaat/erikoisportaat/>.

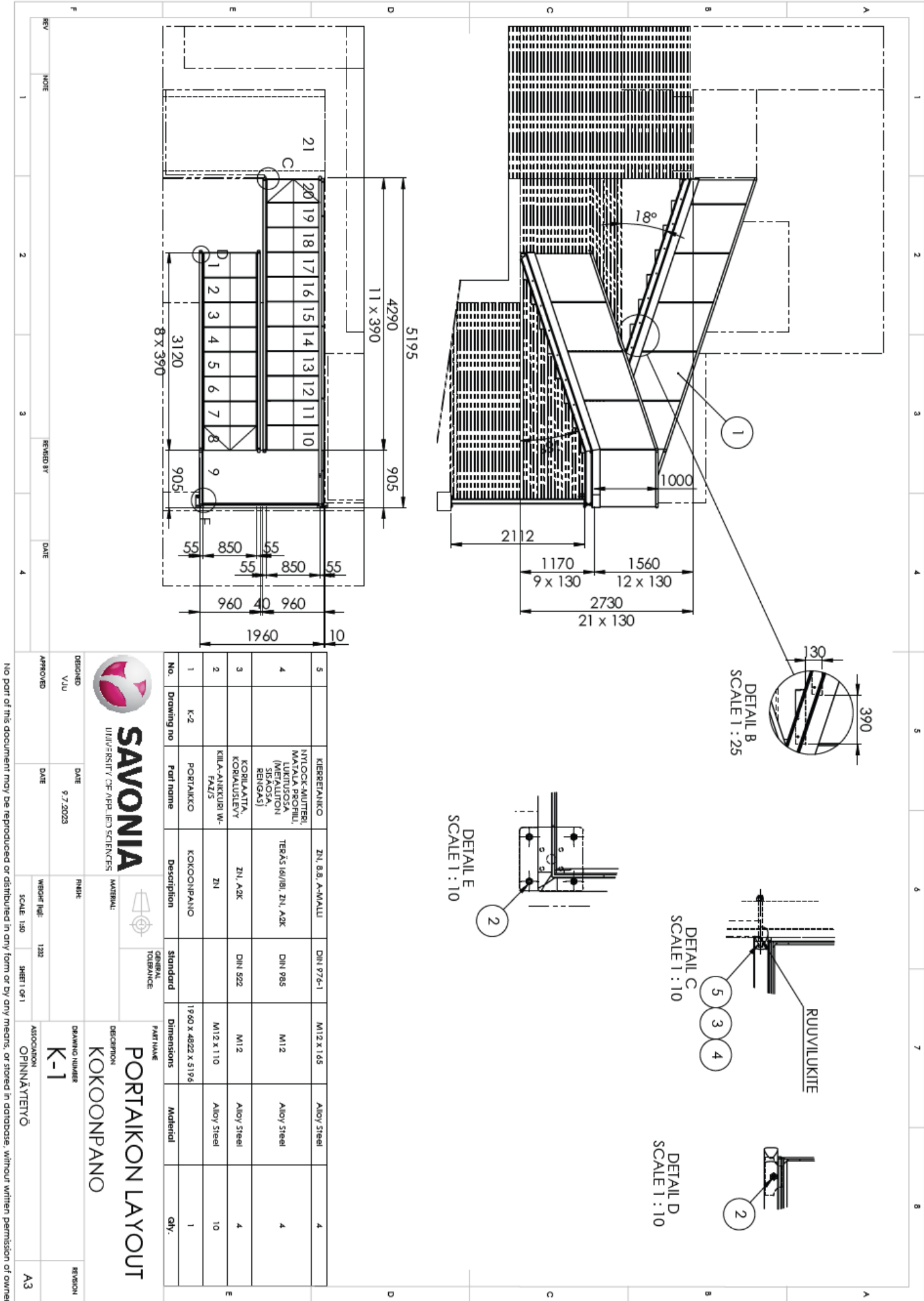
Ympäristöministeriö. 2023. Suomen rakentamismääräyskokoelma. [Online] 2023. [Viitattu: 21. 04 2023.] <https://ym.fi/rakentamismaaraykset>.

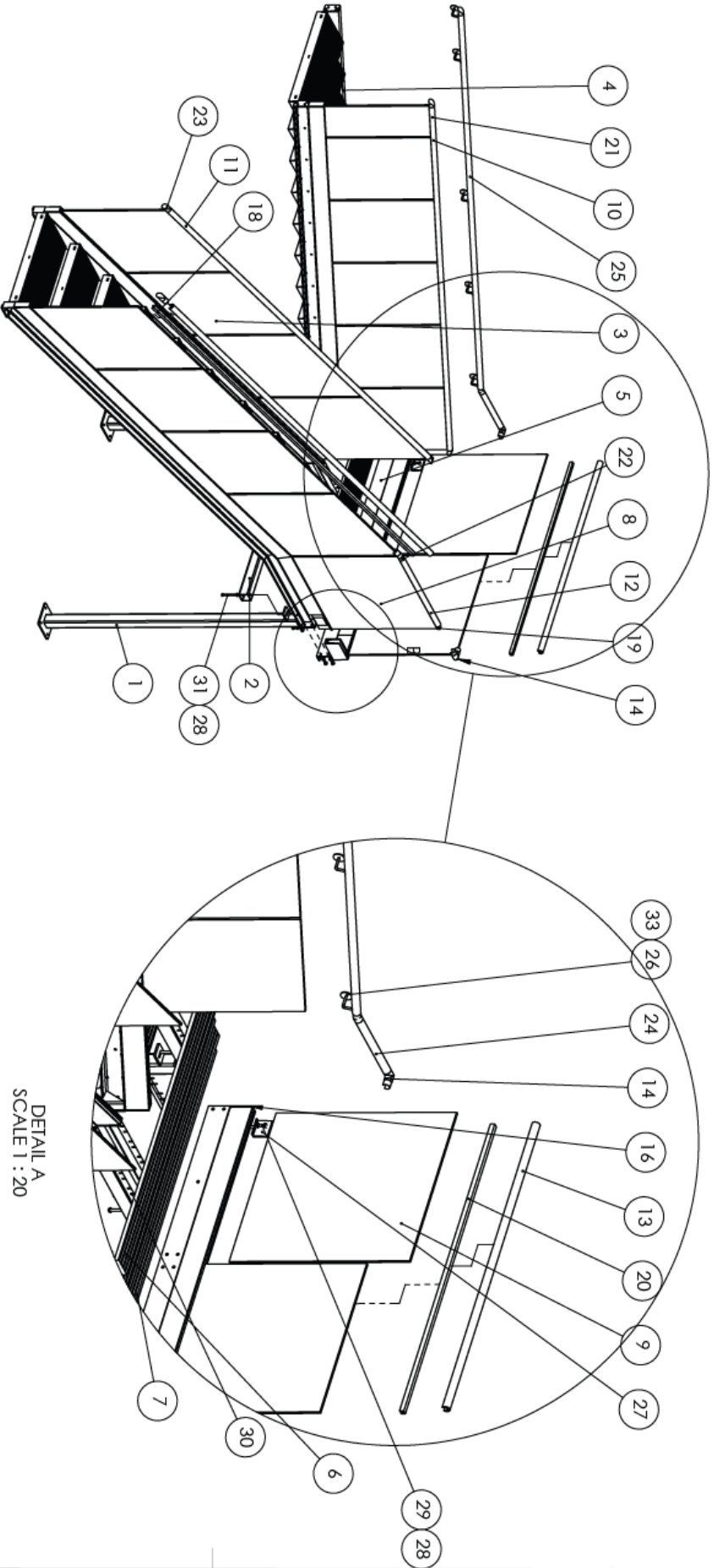
Ympäristöministeriön asetus rakenteiden suunnitteluperusteita koskevista kansallisista valinnoista sovellettaessa standardia SFS-EN 1990. **Ympäristöministeriö. 2016.** Helsinki : Ympäristöministeriö, 2016. 3/16.

Ympäristöministeriön asetus. **Ympäristöministeriö. 2017.** Helsinki : Ympäristöministeriö, 2017. 1007/2017.

—. **Ympäristöministeriö. 2014.** Helsinki : Ympäristöministeriö, 2014. 477/2014.

LIITE 1: PIIRUSTUKSET





DETAIL A
SCALE 1 : 20



SAVONIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



GENERAL
TOLERANCE:

PART NAME

PORTAIKKO

DESCRIPTION

KOKOONPANO

DRAWING NUMBER

K-2

REVISION

A3

DESIGNED

VJU

DATE

8.7.2023

REVIEW

1234

SCALE 1:20

SHEET 1 OF 2

ASSOCIATION

OPINNÄYTTEYÖ

REV

NOTE

1

2

3

4

DESIGNED BY

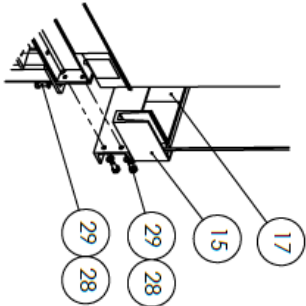
DATE

No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in a database, without written permission of owner.

1	2	3	4	5	6	7	8		
0				KUUSIORUUVI, TÄYSKIERRE	8/8 ZN	DIN 933	M12 X 16	AISI TYPE 316L stainless steel	2
30				VEIKONITTI, LAALAKKANITA / SUURI MATALA KUPUKANITA	HOKKE: Aluminium, Kato: Ruostumaton teräs A2		5 x 12	AISI TYPE 316L stainless steel	10
32				KUUSIORUUVI, OSAKIERRE	8,8 ZN	DIN 931	M12 x 95	Alloy Steel	2
31				KUUSIORUUVI, OSAKIERRE	8,8 ZN	DIN 931	M12 x 110	Alloy Steel	2
30				ASTYB 4 VIERISUUVI, SINKITY TERÄS, TÄYSKIERRE, LIEBIC-/MATALAKUPUKANITA	RW20 ZN(A31)		5 x 30	Alloy Steel	84
29				KUUSIORUUVI, TÄYSKIERRE	8,8 ZN	ISO 4017	M12 x 30	Alloy Steel	23
28				JOUSIAUSUUTY, B-MALLI	MZN	DIN 127	M12	Alloy Steel	29
27				SAFETY WEDGE SYSTEM (KUMI- JA KILLOSAFI)	G-RAILING MOD 8000, 200800-050-13			AB5	1
26				KÄSIÖHTEEN KAINAKE	G-RAILING MOD 0111, Ø42,4		60 x 50 x 74	AISI TYPE 316L stainless steel	5
25				PUTKI	G-RAILING MOD 0900, Ø42,4 x 1,5		4874	AISI TYPE 316L stainless steel	1
24				PUTKI	G-RAILING MOD 0900, Ø42,4 x 1,5		422	AISI TYPE 316L stainless steel	1
23				PYÖRISTETTY PUTKEIPÄÄ	G-RAILING MOD 6738, Ø42,4 x 1,5		100 x 42 x 42	AISI TYPE 316L stainless steel	6
22				UTIN	G-RAILING MOD 6302, Ø42,4 x 1,5		140 x 42 x 42	AISI TYPE 316L stainless steel	2
21				KUMIVAHIKKE	G-RAILING MOD 5124, 205124-050-11		4471	Rubber	1
20				KUMIVAHIKKE	G-RAILING MOD 5124, 205124-050-11		1816	Rubber	1
19				KUMIVAHIKKE	G-RAILING MOD 5124, 205124-050-11		874	Rubber	1
18				KUMIVAHIKKE	G-RAILING MOD 5124, 205124-050-11		3244	Rubber	2
17				POHJAKISKO, LATTIA-ASENNUS	G-RAILING MOD 8010		1750	1060 Alloy	1
16				PÄÄTTÖLUPPA, LATTIA-ASENNUS	G-RAILING MOD 8012		48 x 125 x 7	1060 Alloy	1
15				KULMA, LATTIA-ASENNUS, ULKOKULMA	G-RAILING MOD 8011		200 x 121 x 200	1060 Alloy	1
14				UTIN	G-RAILING MOD 6303, Ø42,4 x 1,5		90 x 42 x 90	AISI TYPE 316L stainless steel	2
13				URAJOHDE	G-RAILING MOD 6920, Ø42,4		1801	AISI TYPE 316L stainless steel	1
12				URAJOHDE	G-RAILING MOD 6920, Ø42,4		816	AISI TYPE 316L stainless steel	1
11				URAJOHDE	G-RAILING MOD 6920, Ø42,4		3238	AISI TYPE 316L stainless steel	2
10				URAJOHDE	G-RAILING MOD 6920, Ø42,4		4471	AISI TYPE 316L stainless steel	1
9				K2-O6	TÄSÄNTIEN LÄSI		941 x 1000 x 12,76	Gloss	2
8				K2-O5	TÄSÄNTIEN LÄSI		894 x 1000 x 12,76	Gloss	1
7				K2-O4	VÄLITÄSÄNTIEN LAUTA		1898 x 28 x 93	Pine	1
6				K2-O3	VÄLITÄSÄNTIEN LAUTA		1898 x 28 x 120	Pine	6
5				K2-O2	PÄÄTYPALKKI		UNP 120, 1960	S355J2H1/EN 10025-2	1
4				K2-K2	POBBASSYÖKSY		960 x 2688 x 5141		1
3				K2-K1	POBBASSYÖKSY		960 x 2152 x 3972		1
2				K2-O1	VAAKAPALKKI		5H5 80 x 80 x 5, 1960	S355J2H1/EN 10219	1
1				K2-H1	TUEPILARI		200 x 220 x 2112		2
No	Drawing no	Part name	Description	Part name	Dimensions	Material	Qty.		

DETAIL B

SCALE 1:15

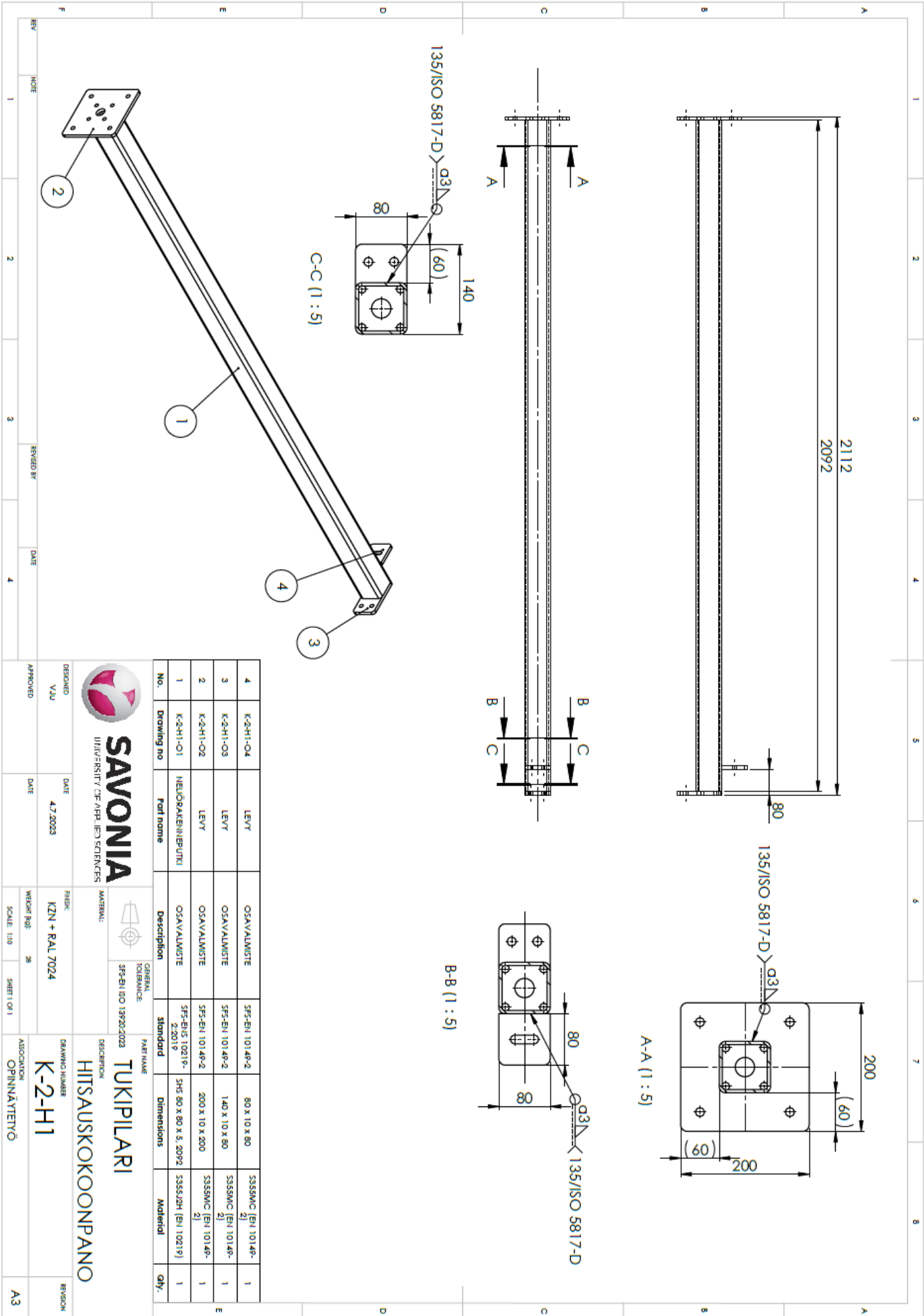


DETAIL B
SCALE 1:15

DESIGNED VJU		DATE 8.7.2023		RISK		DRAWING NUMBER K-2		REGION	
APPROVED		DATE		WEEK NO 1234		ASSOCIATION OPINNÄYTETYÖ		A3	
SCALE: 1:30		SHEET 9 OF 2							

SAVONIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

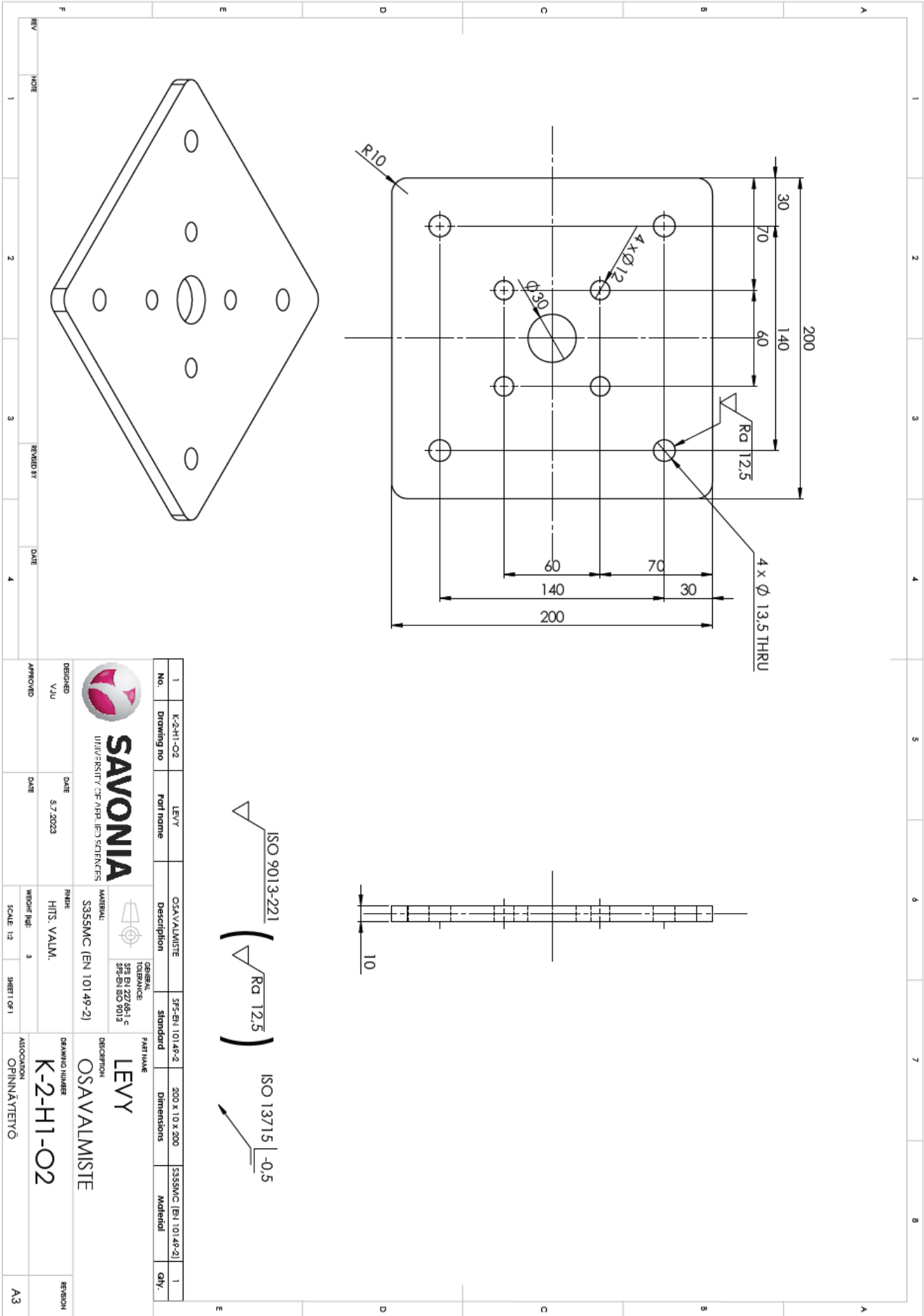
PORTAIKKO
KOKOONPANO



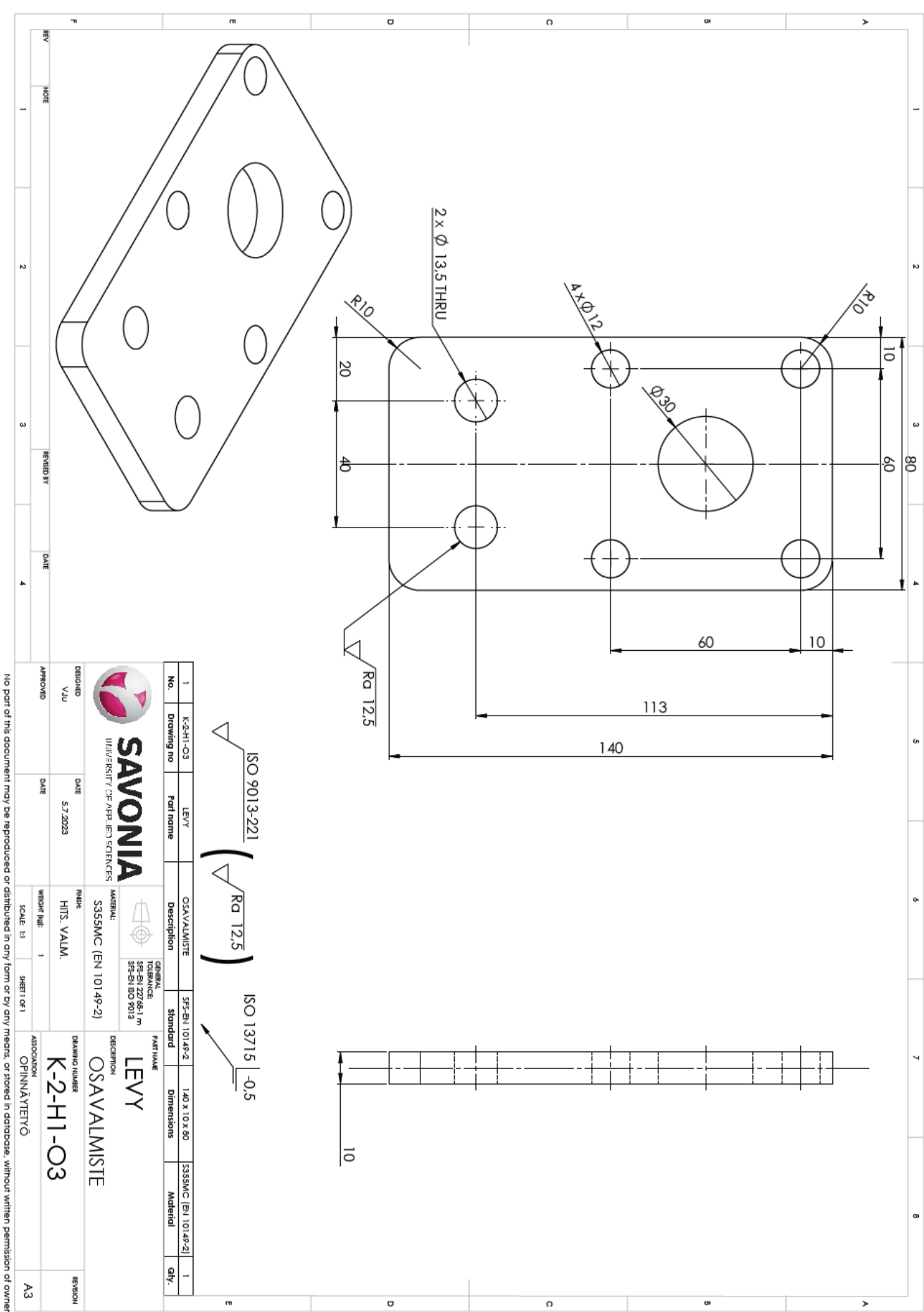
1	K-2-H1-O1	NELIÖRAKENNEPUTKI	OSAVALMISTE	SFS-EN15 10219-2:2019	SFS 80 X 80 X 5, 2092	S355J2H (EN 10219)	1
No.	Drawing no	Part name	Description	Standard	Dimensions	Material	Qty.

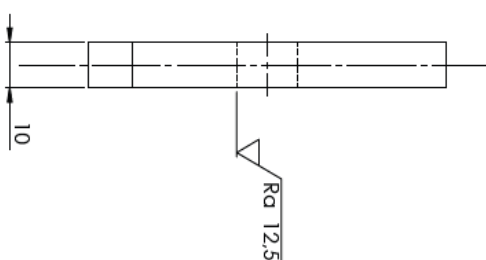
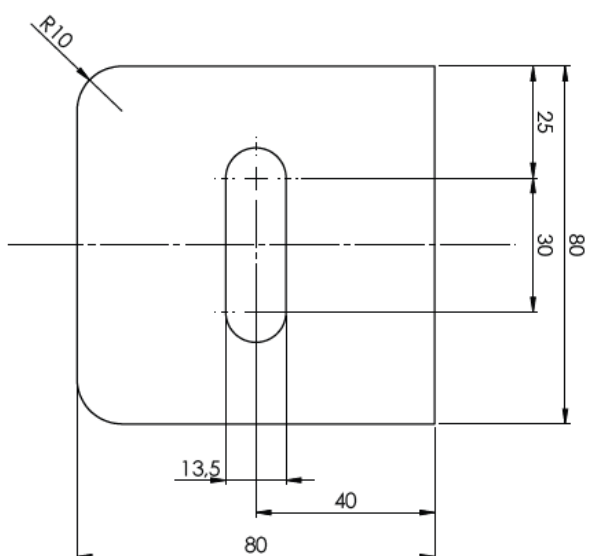
DESIGNED	DATE	RITER:	MATERIAL:	DESCRIPTION	DRAWING NUMBER	REVISION
VJU	5.7.2023	HITS, VALM.	S355J2H (EN 10219)	NELIÖRAKENNEPUTKI	K-2-H1-O1	
APPROVED	DATE	WISORF PIGE:	SCALE: 1:10	SHEET 1 OF 1	ASSOCIATION	
		24			OPINNÄYTETÖ	

REV	NOTE	1	2	3	4
-----	------	---	---	---	---



No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in a database, without written permission of owner.

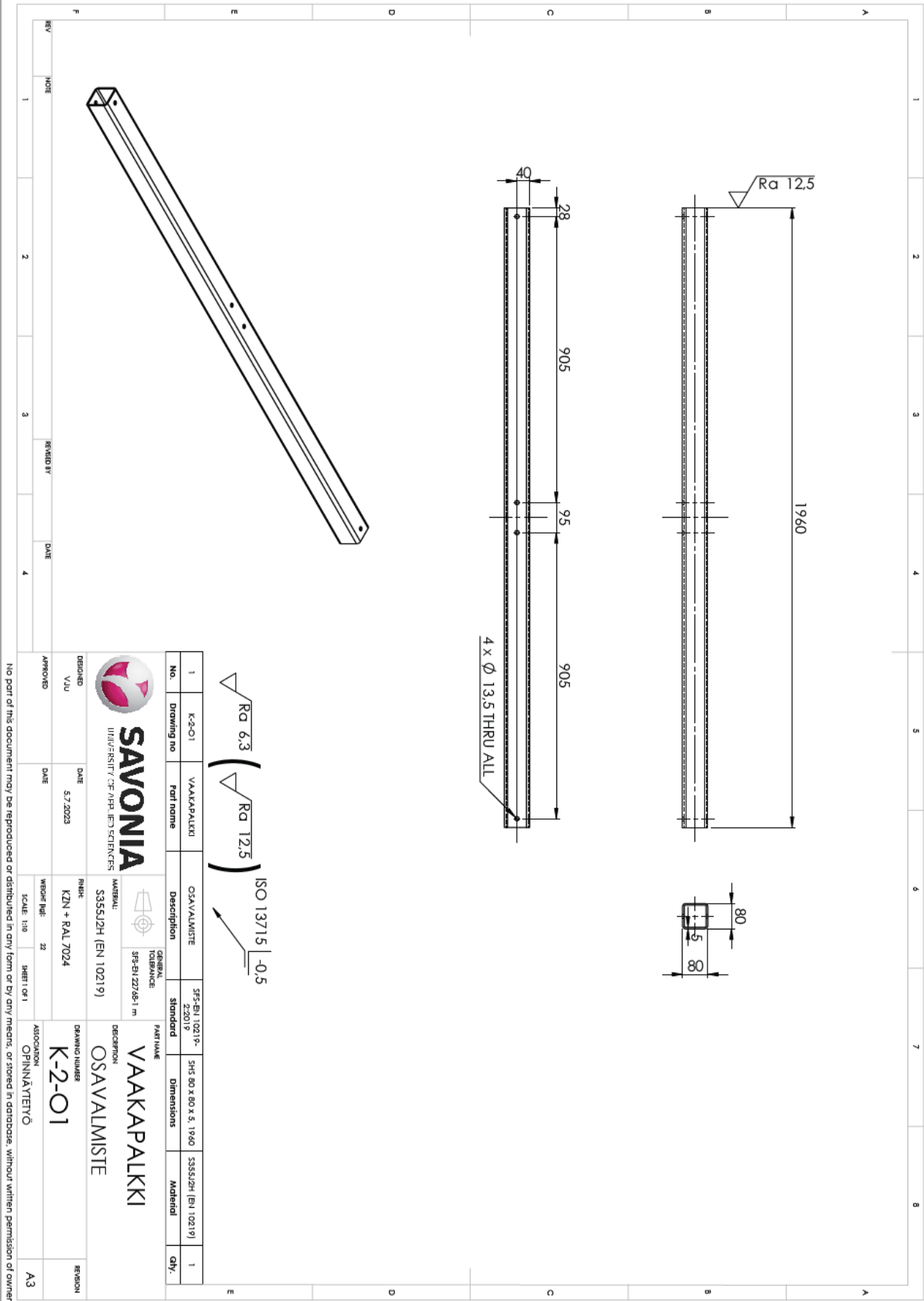


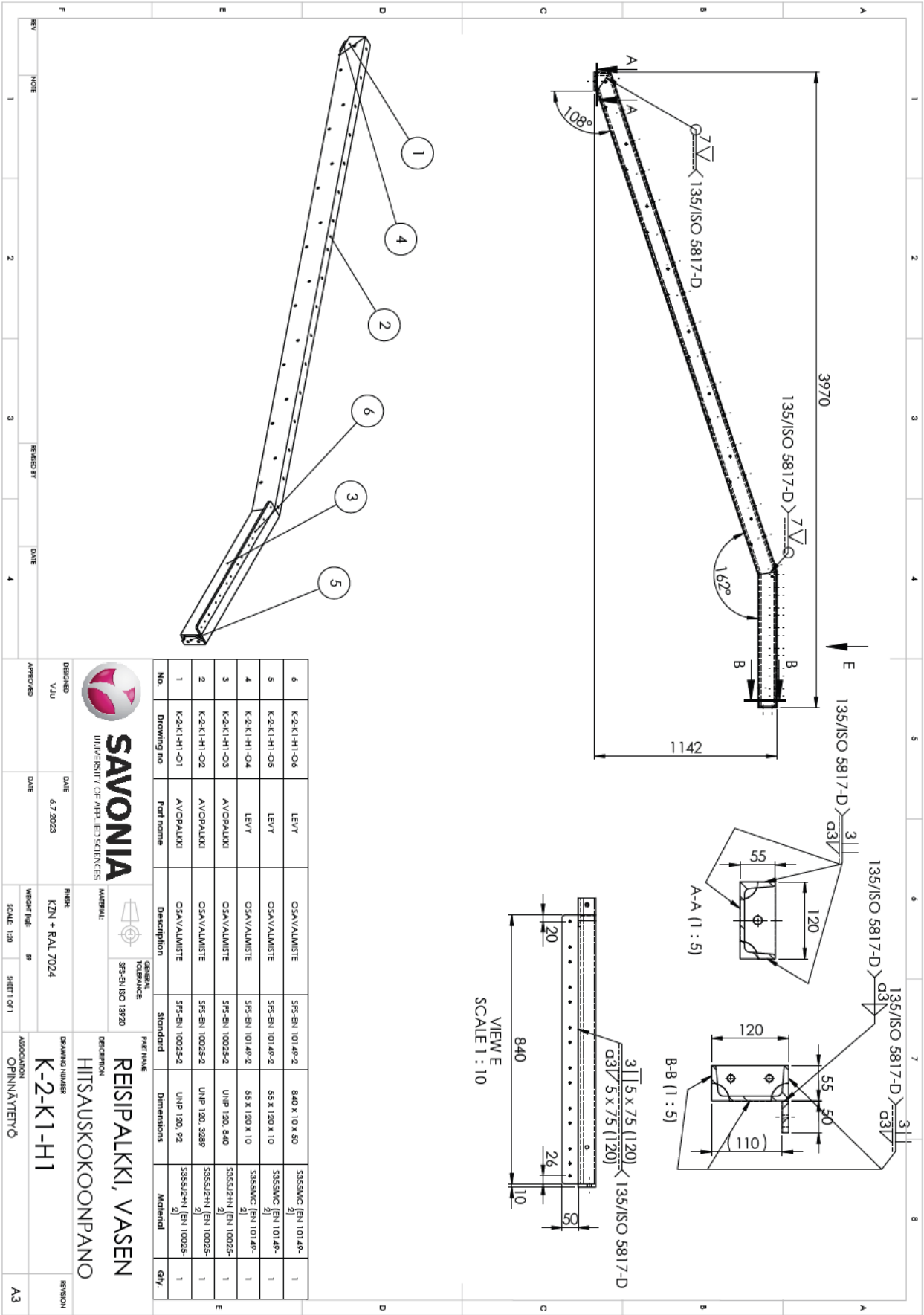


1	K-2-H1-C-4	LEVY	CS-5-V/ALUMITE	SFS-EN 10145-2	80 x 10 x 80	S355MC [EN 10145-2]	1
No.	Drawing no	Part name	Description	standard	dimensions	material	qty.

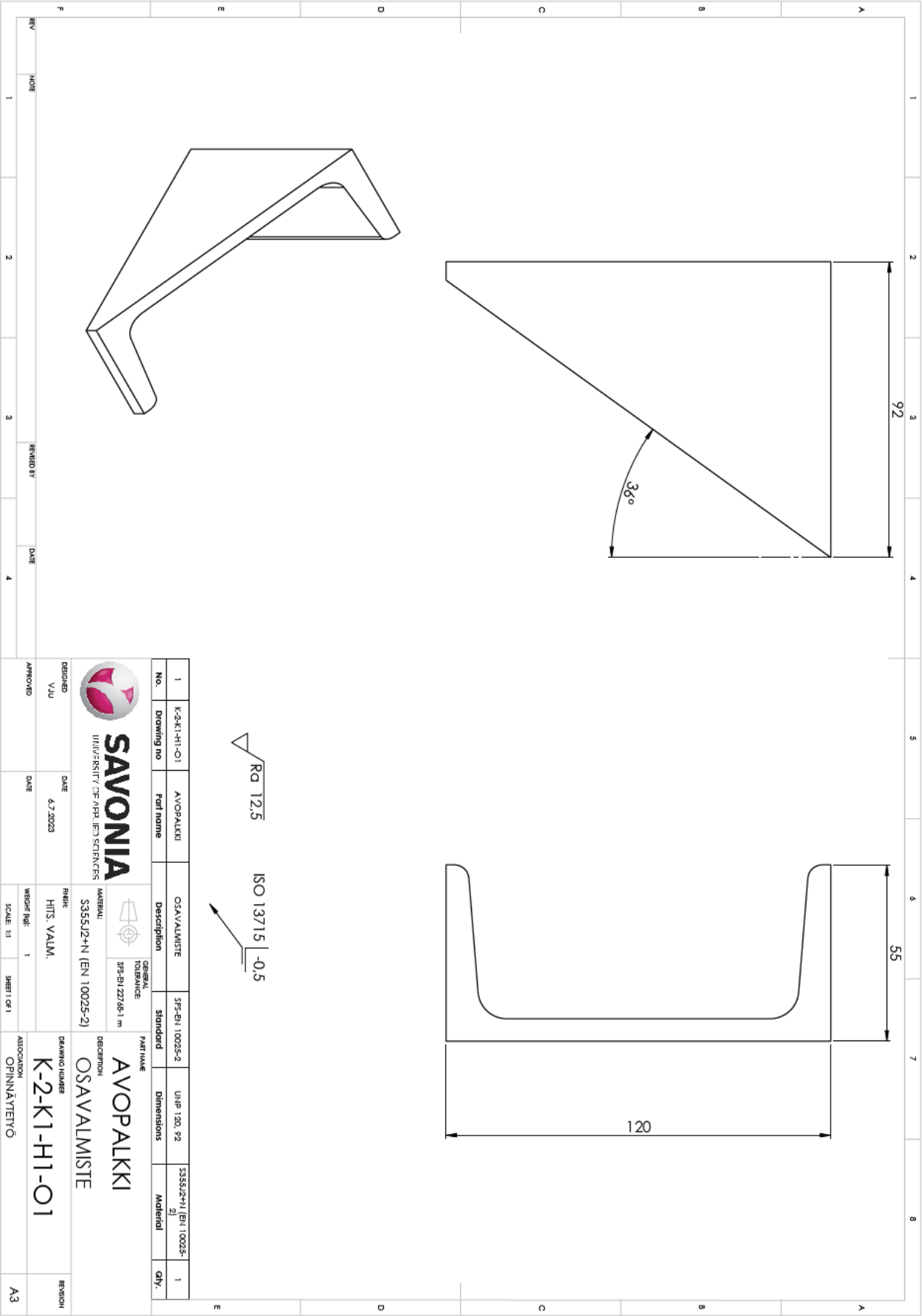
[illegible]

No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in database, without written permission of owner

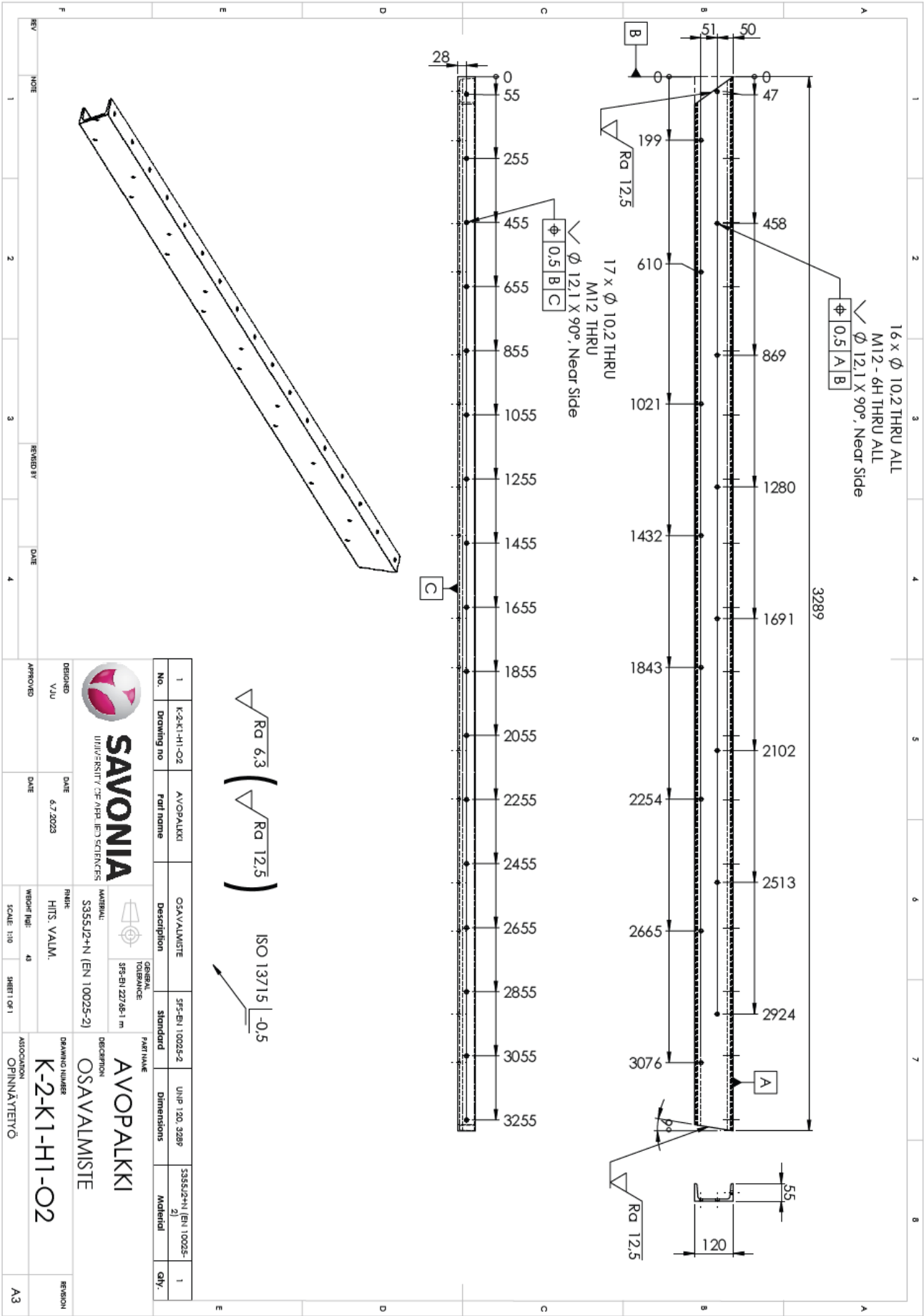




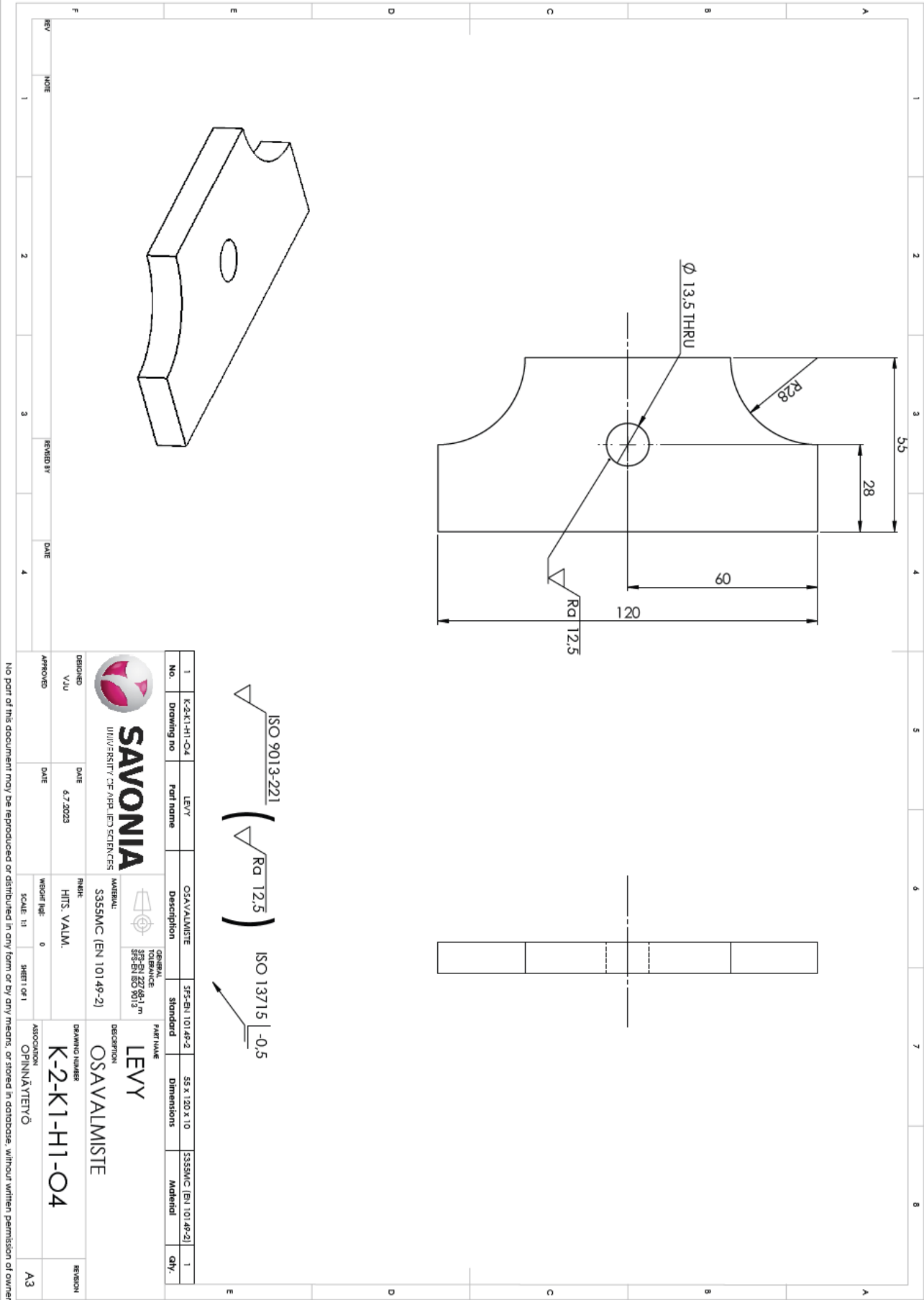
No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in database, without written permission of owner.



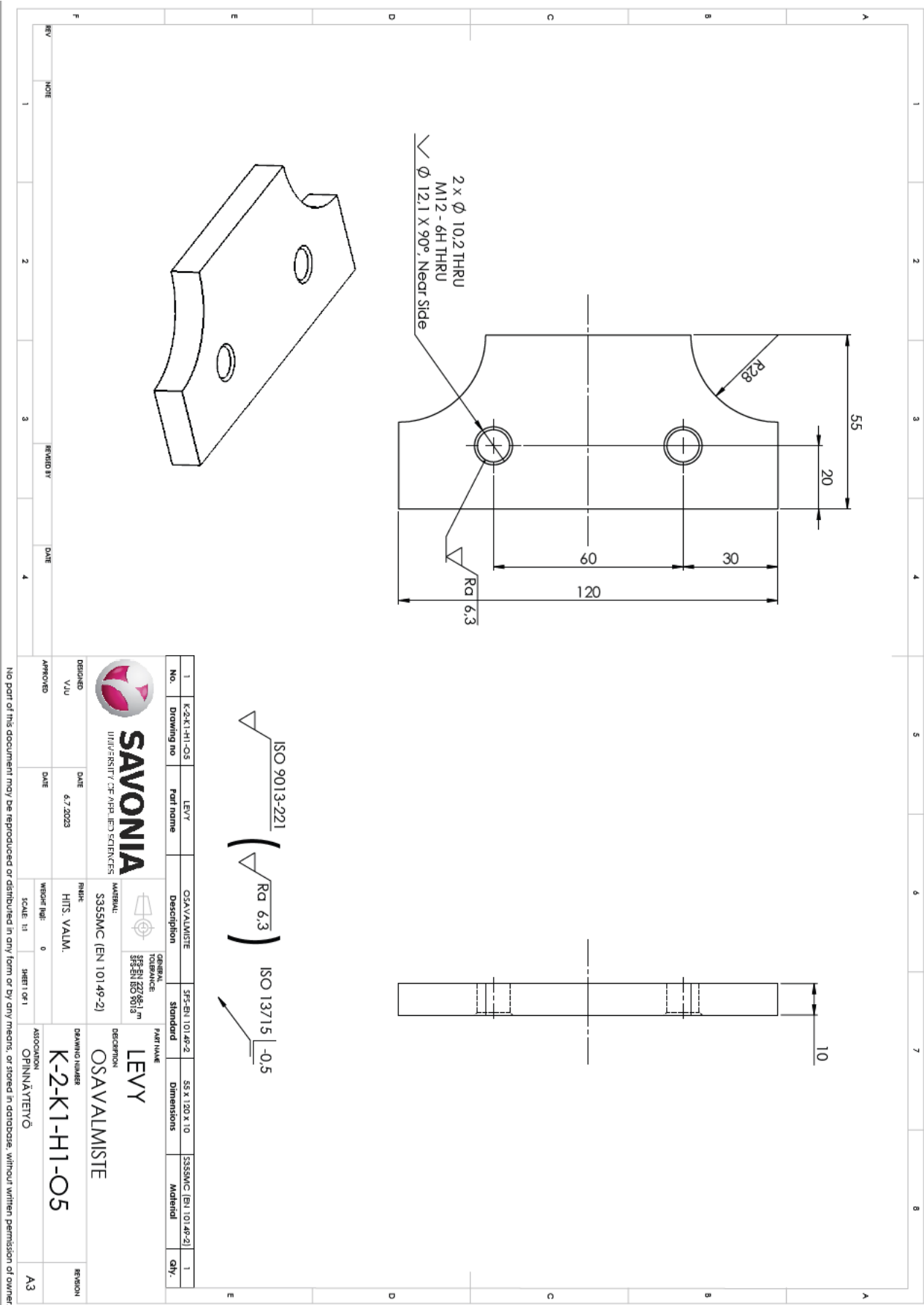
No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in database, without written permission of owner.



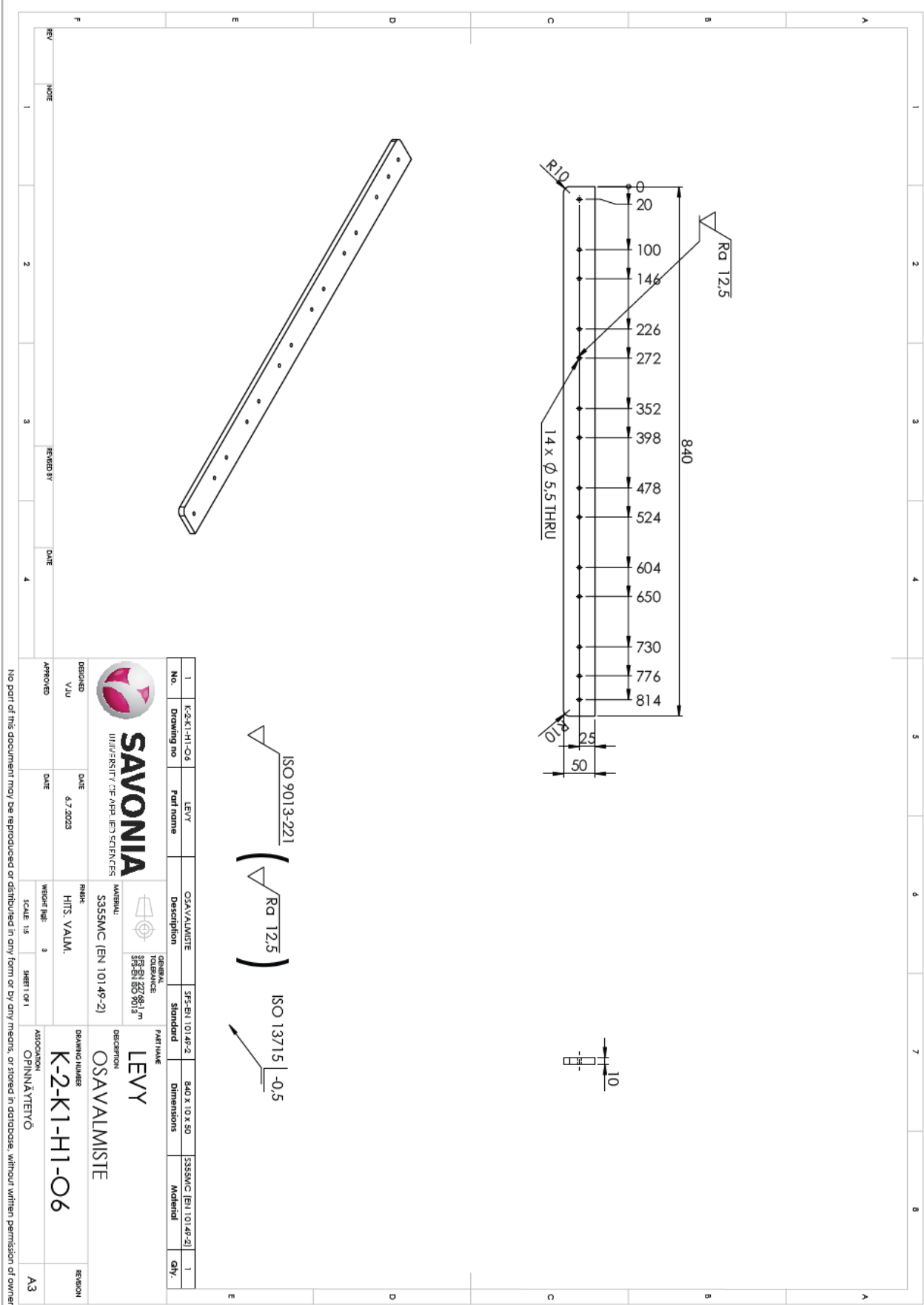
No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in database, without written permission of owner.

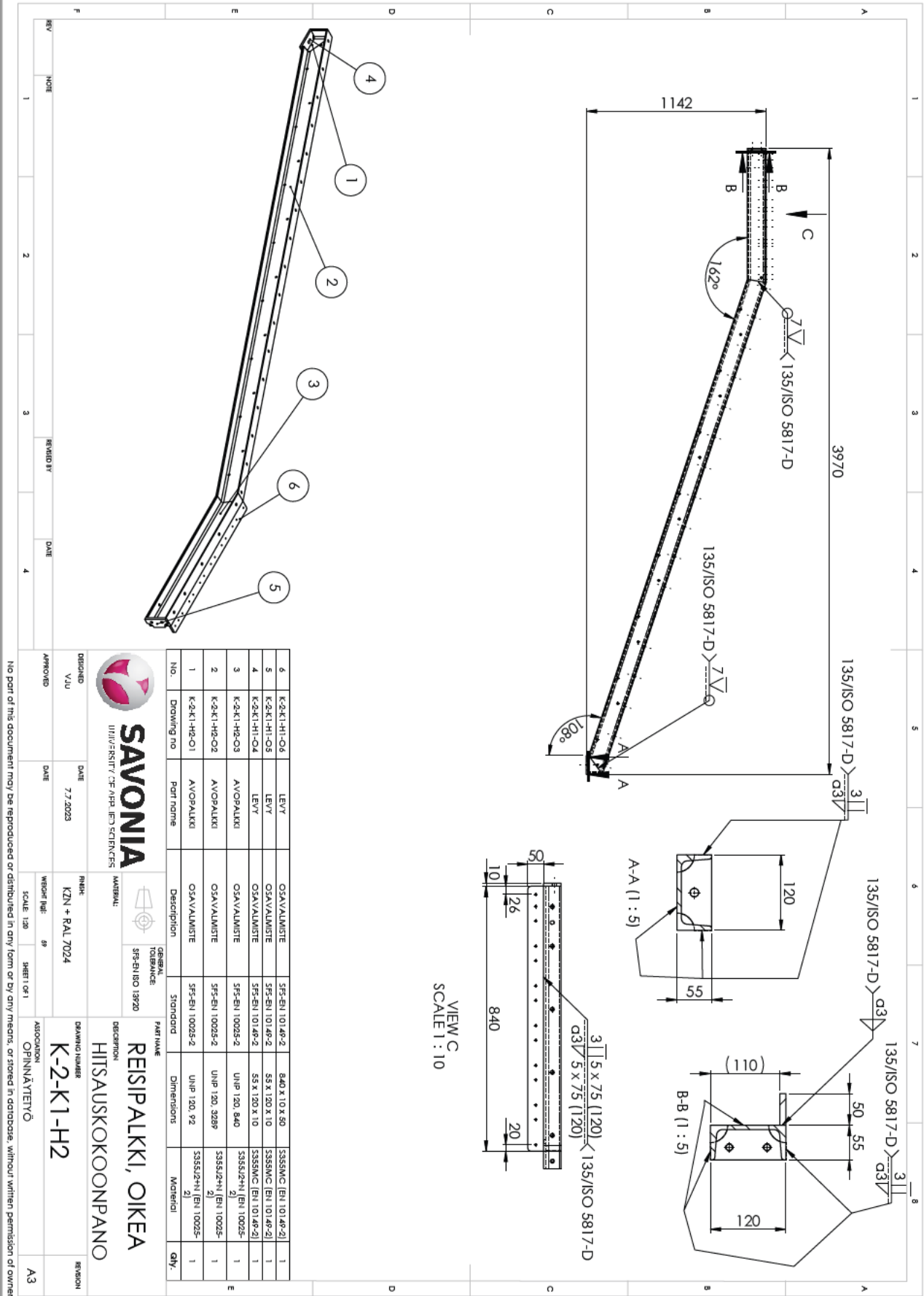


No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in a database, without written permission of owner.

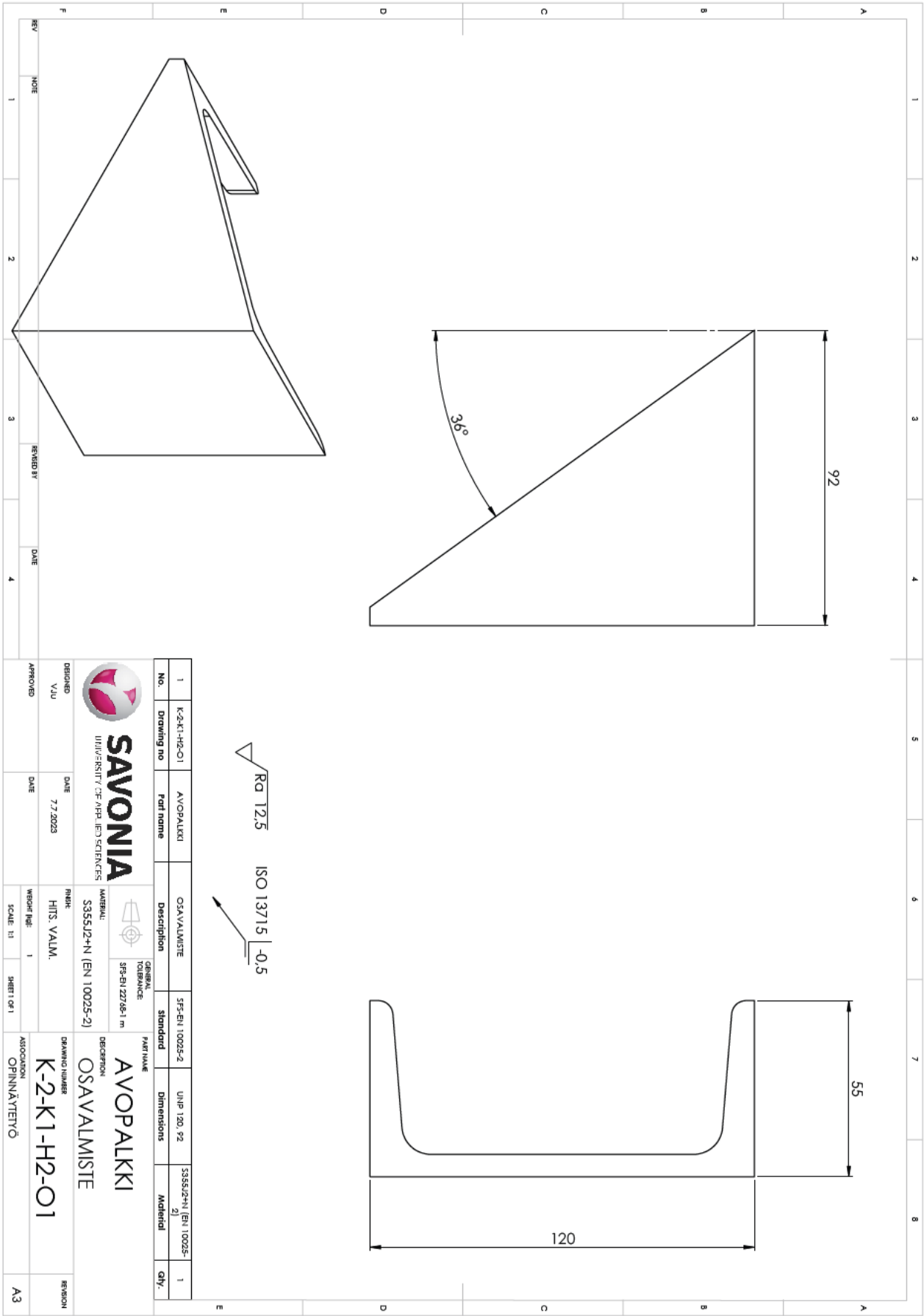


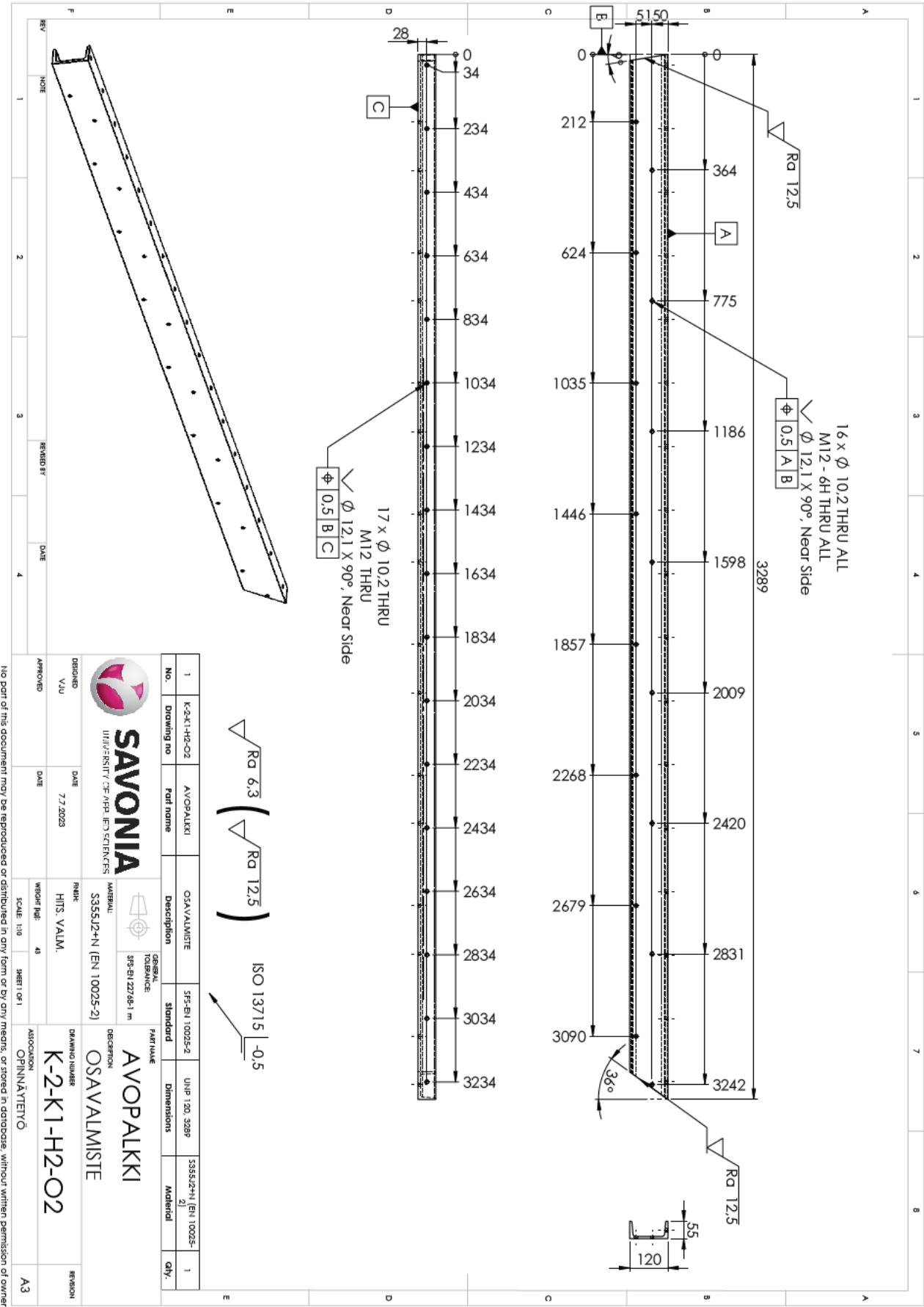
No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in a database, without written permission of owner.



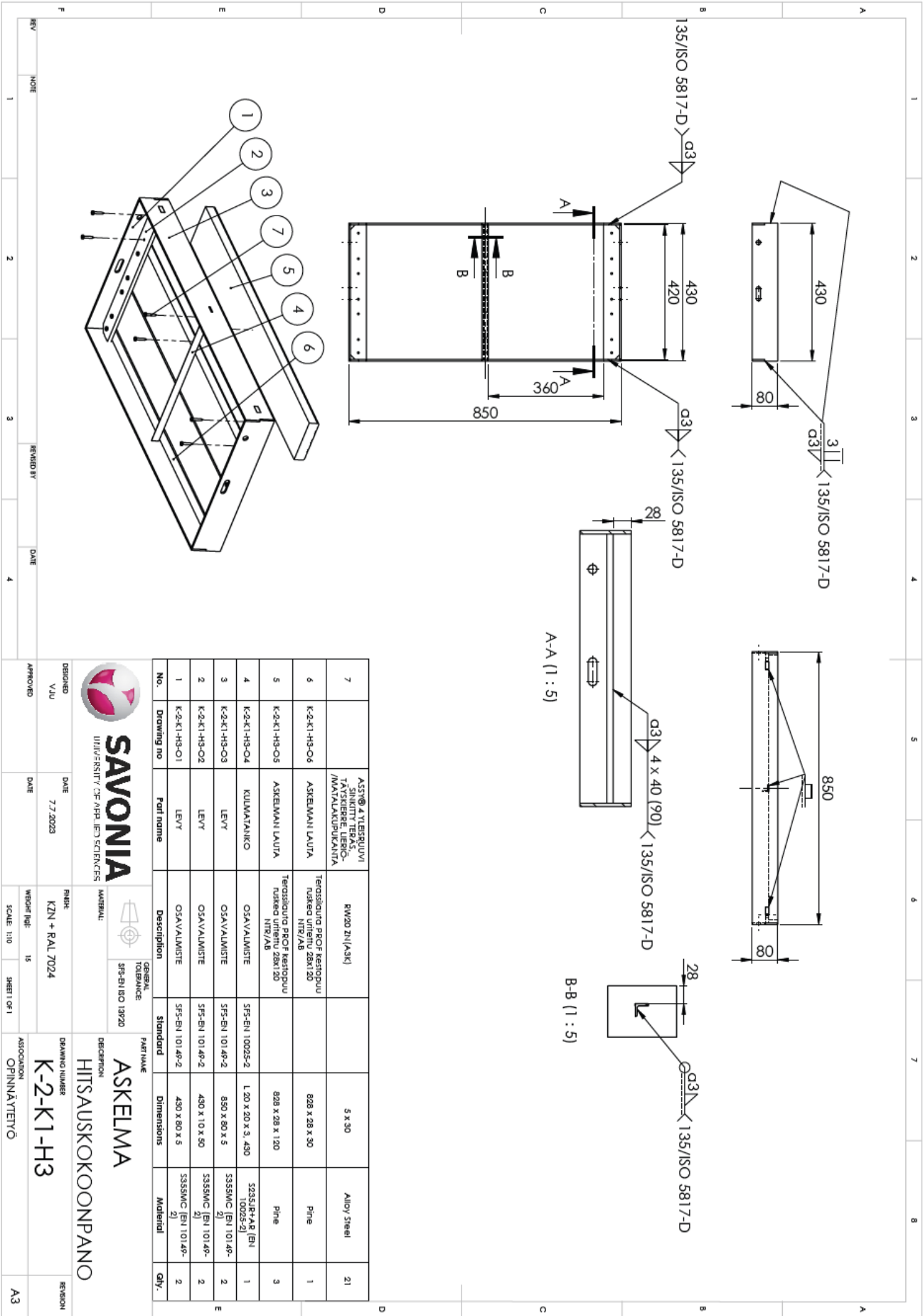


No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in a database, without written permission of owner.





No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in database, without written permission of owner.



No.	Drawing no	Part name	Description	Standard	Dimensions	Material	Qty.
1	K-2-K1-H3-O1	LEVY	OSAVALUASTE	575-EN 101 49-2	430 x 80 x 5	S355MC (EN 101 40-2)	2
2	K-2-K1-H3-O2	LEVY	OSAVALUASTE	575-EN 101 49-2	430 x 10 x 50	S355MC (EN 101 40-2)	2
3	K-2-K1-H3-O3	LEVY	OSAVALUASTE	575-EN 101 49-2	850 x 80 x 5	S355MC (EN 101 40-2)	2
4	K-2-K1-H3-O4	KULMAZANKO	OSAVALUASTE	575-EN 10025-2	L 20 x 20 x 3, 430	S235JR+AR (EN 10025-2)	1
5	K-2-K1-H3-O5	ASKELMAH LAUTA	Tööstusliku profi kesttopu nuke ühtetu 28x1 20 NTR/AB	828 x 28 x 120	Pine		3
6	K-2-K1-H3-O6	ASKELMAH LAUTA	Tööstusliku profi kesttopu nuke ühtetu 28x1 20 NTR/AB	828 x 28 x 30	Pine		1
7	ASTM A 106/EN 10217-1	ASTM A 106/EN 10217-1	ASTM A 106/EN 10217-1	ASTM A 106/EN 10217-1	ASTM A 106/EN 10217-1	ASTM A 106/EN 10217-1	ASTM A 106/EN 10217-1

DESIGNED

VJU

DATE

7.7.2023

APPROVED

DATE

REVIEW

KZN + RAL 7024

SCALE

1:10

SHEET

OF 1

ASSOCIATION

OPINNÄYTTÖ

REVISION

SAVONIA

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

ASKELMA

HITSAUSKOKOONPANO

DESIGNER

VJU

DATE

7.7.2023

APPROVED

DATE

REVIEW

KZN + RAL 7024

SCALE

1:10

SHEET

OF 1

ASSOCIATION

OPINNÄYTTÖ

REVISION

SAVONIA

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

ASKELMA

HITSAUSKOKOONPANO

DESIGNER

VJU

DATE

7.7.2023

APPROVED

DATE

REVIEW

KZN + RAL 7024

SCALE

1:10

SHEET

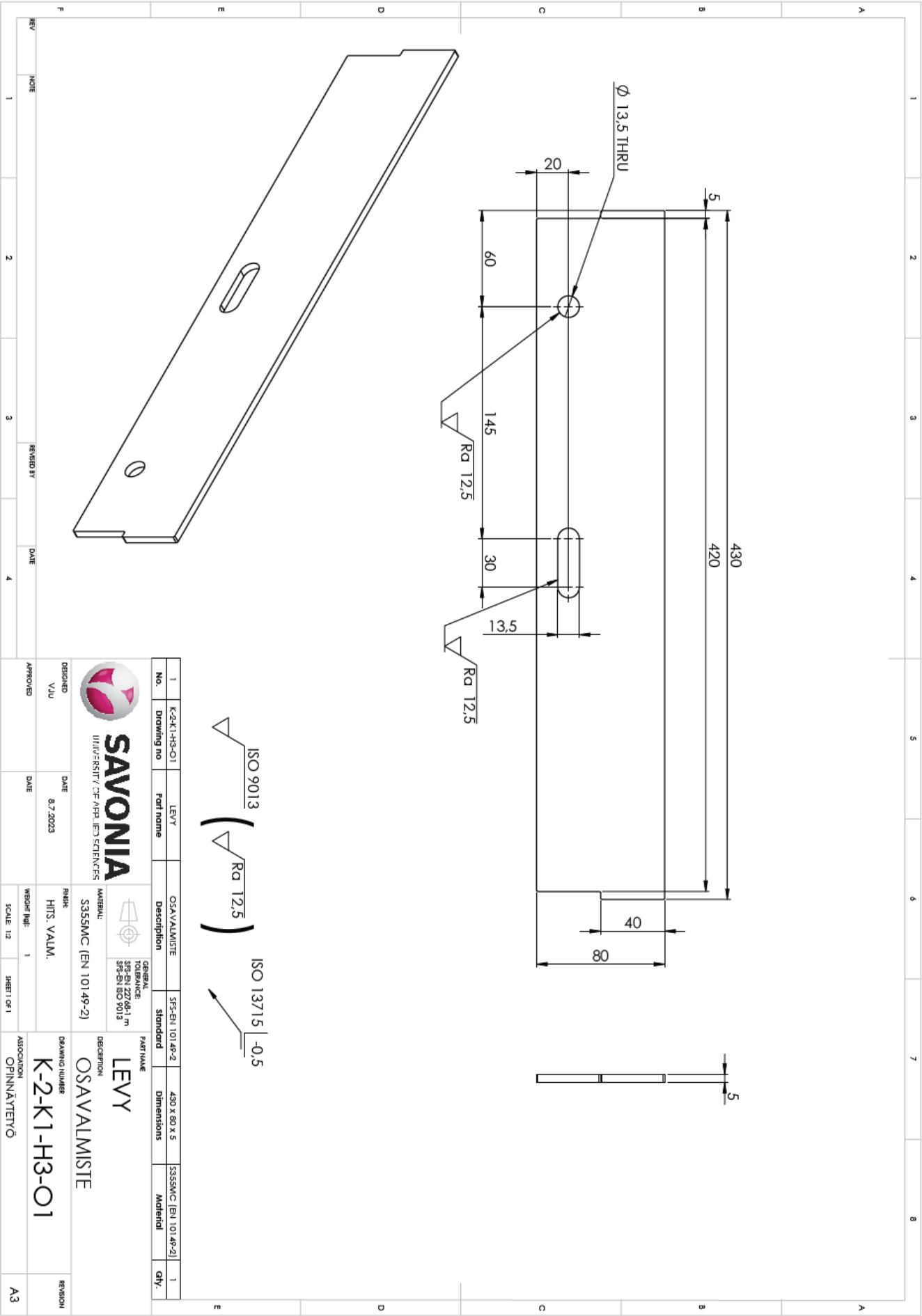
OF 1

ASSOCIATION

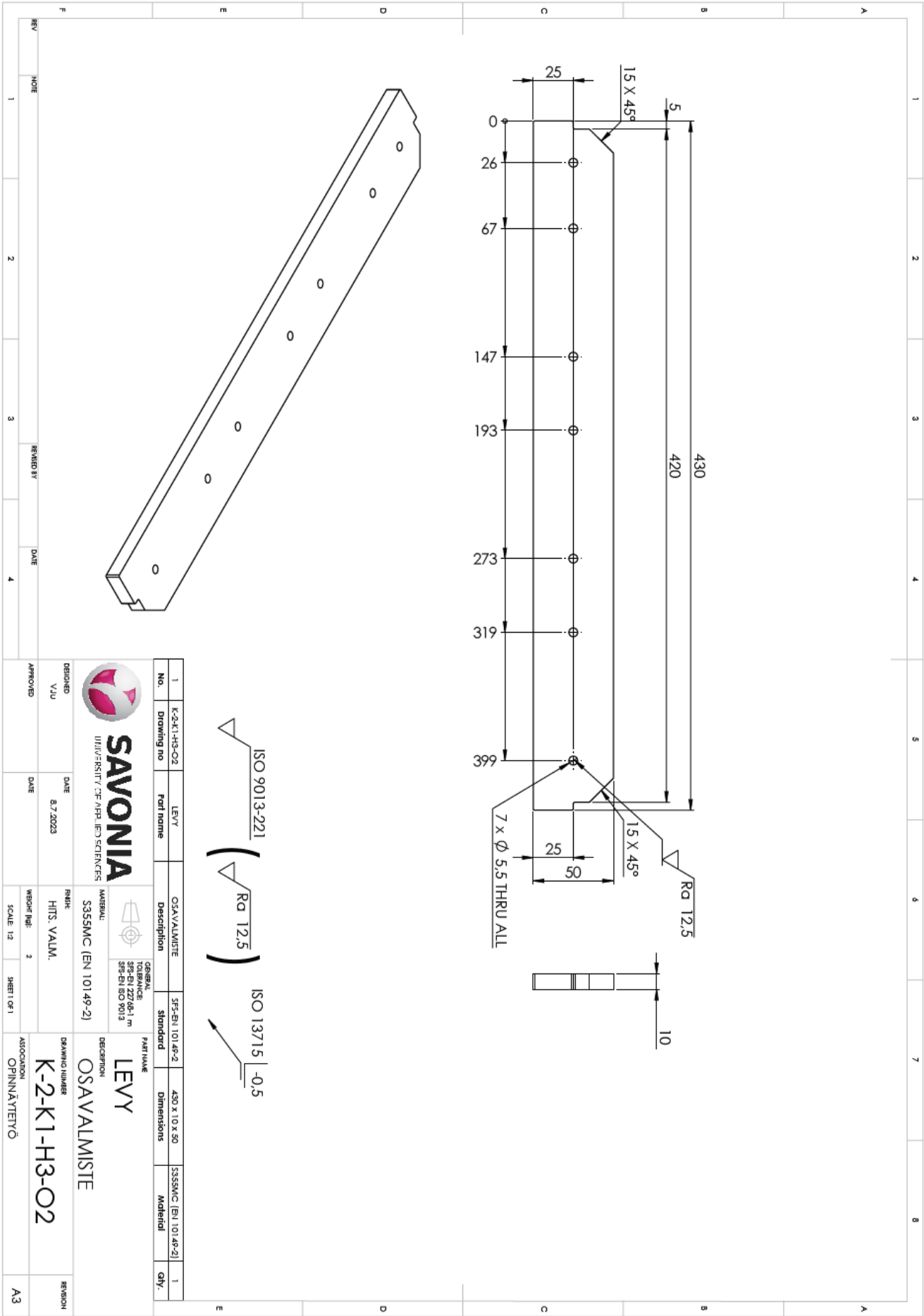
OPINNÄYTTÖ

REVISION

No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in a database, without written permission of owner.



No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in database, without written permission of owner.



SAVONIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

DESIGNED

VJU

DATE

8.7.2023

APPROVED

DATE

PRINTED

HITS, VALM.

WEIGHT

2

SCALE

1:2

SHEET

1 OF 1

DRAWING NUMBER

K-2-K1-H3-O2

ASSOCIATION

OPINNA YHTYÖ

DESCRIPTION

OSAVALMISTE

PART NAME

LEVY

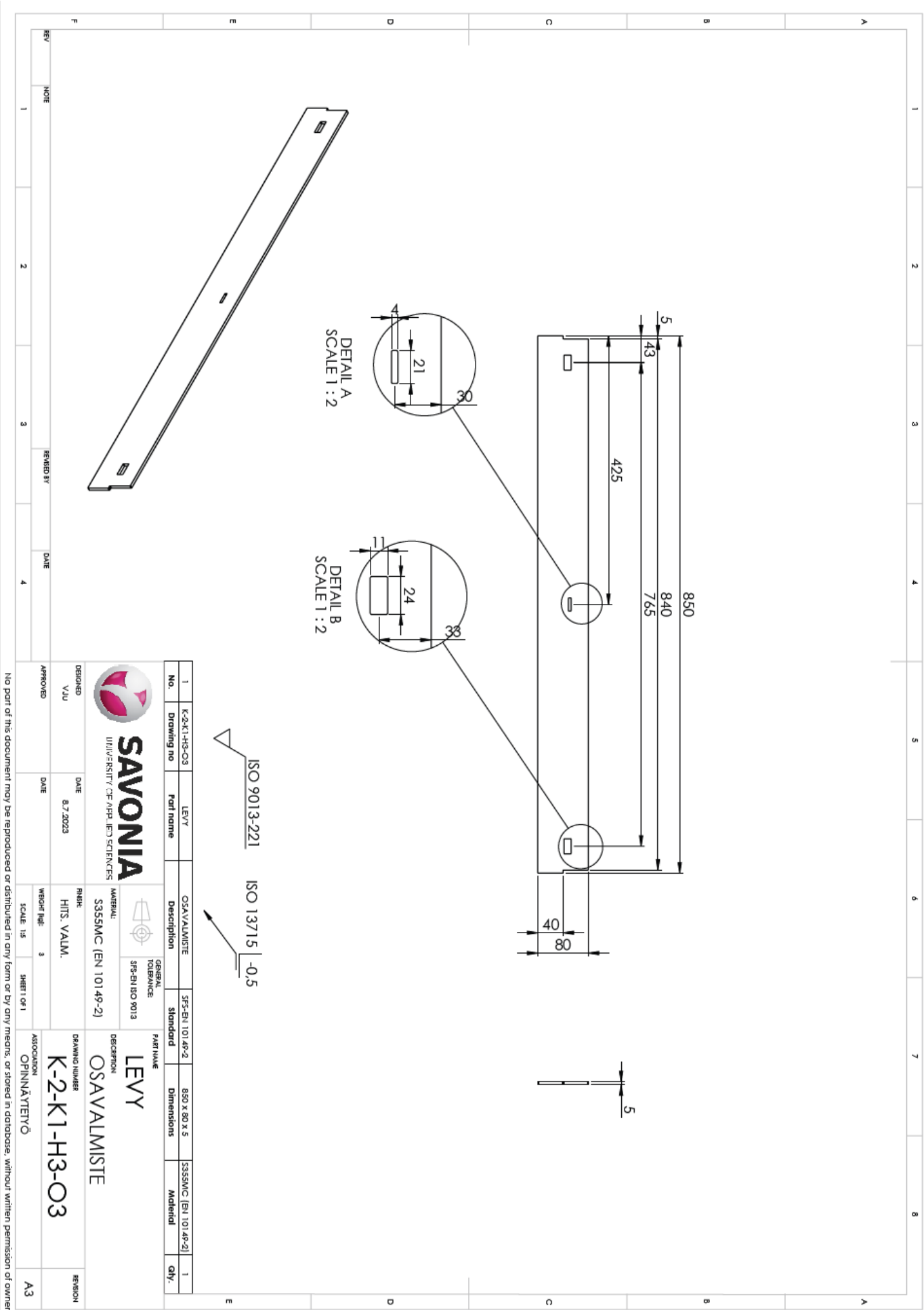
GENERAL TOLERANCE

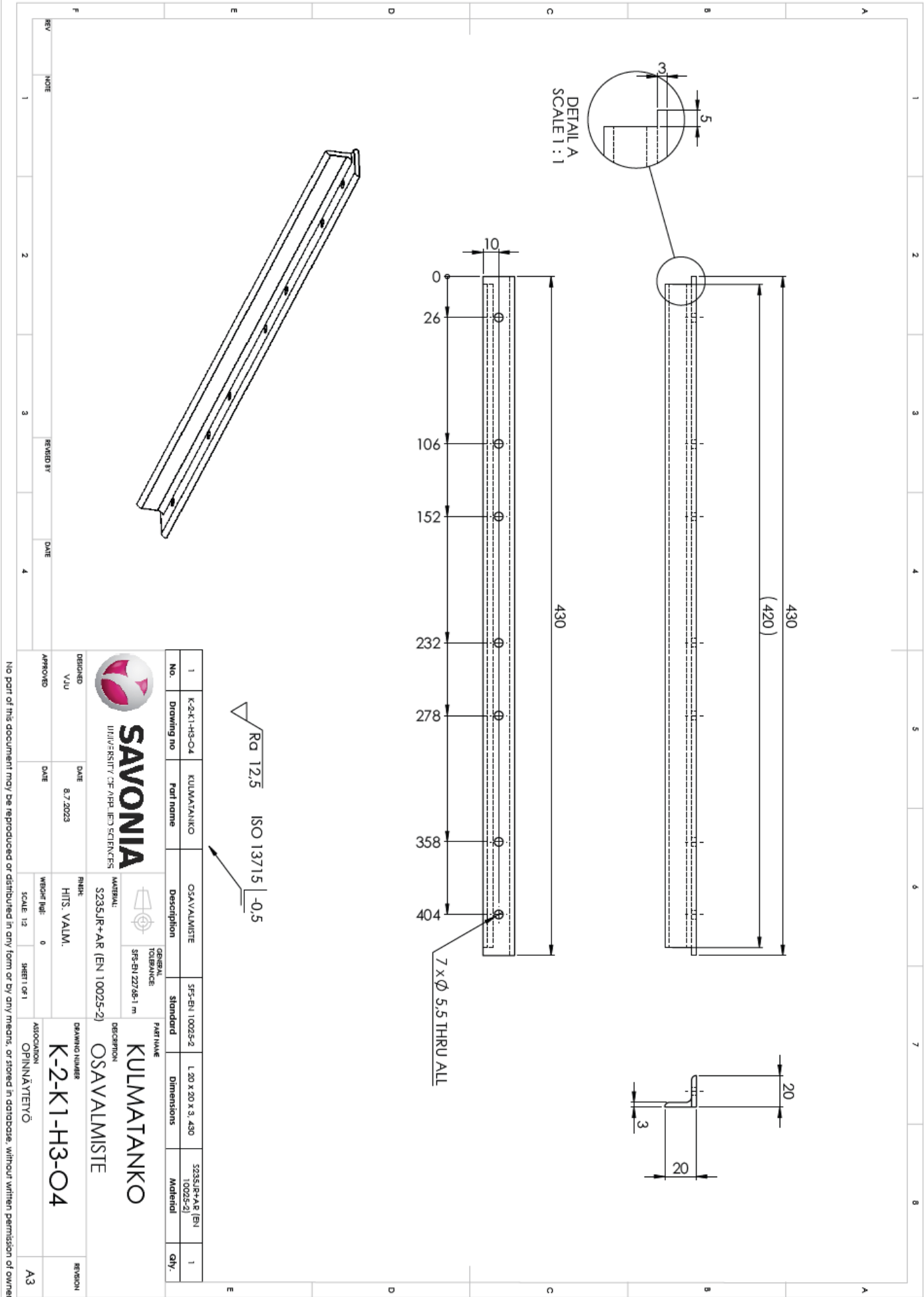
315-EN 22706-1 m
315-EN ISO 9013

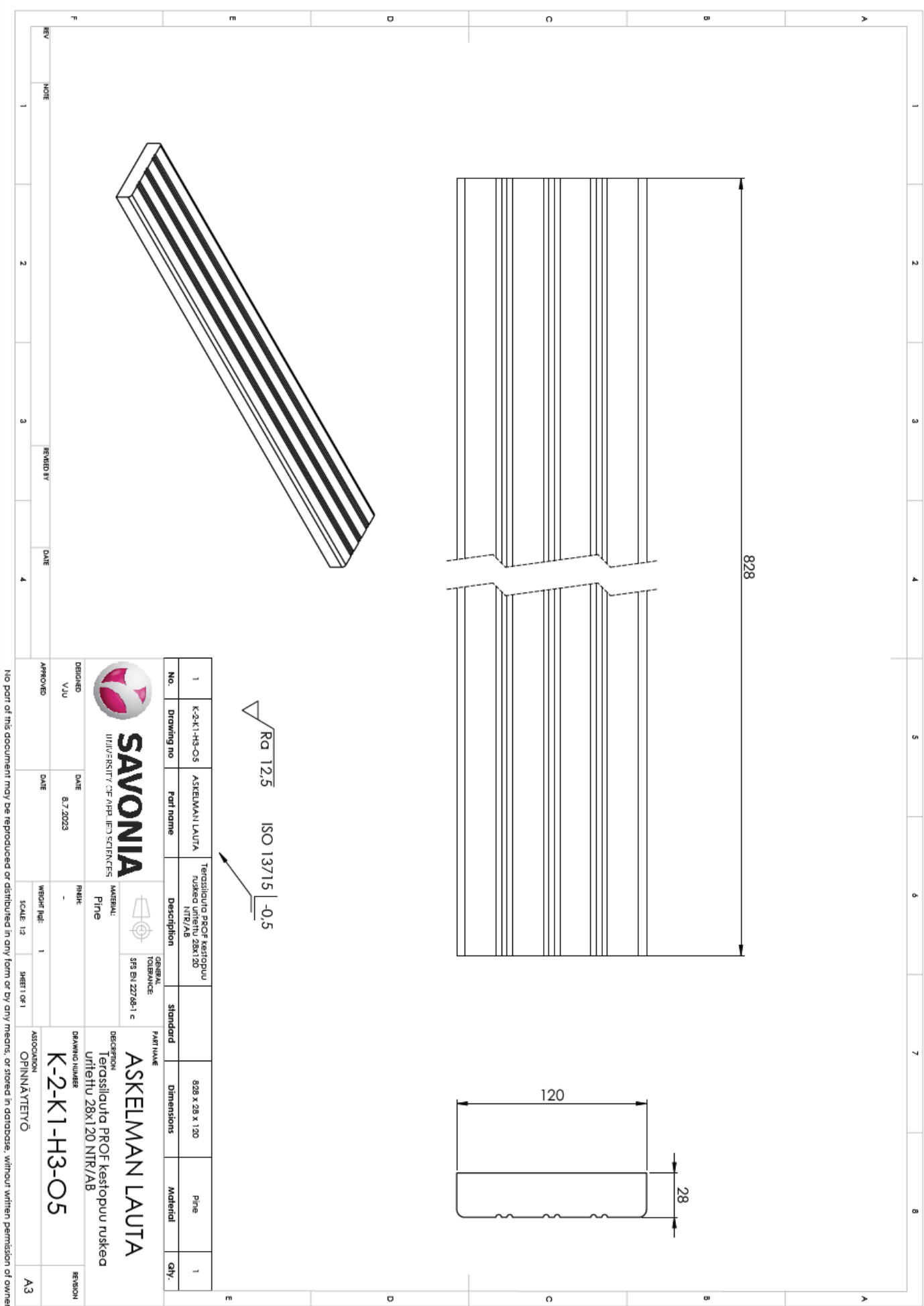
No.	Drawing no	Part name	Description	Standard	Dimensions	Material	Qty.
1	K-2-K1-H3-O2	LEVY	OSAVALMISTE	SFS-EN 101 49-2	430 x 10 x 50	S355MC (EN 101 49-2)	1

ISO 9013-221
($\sqrt{Ra\ 12,5}$)

ISO 13715 | -0.5







√ Ra 12,5 ISO 13715 -0,5



SAVONIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

DESIGNED
VJU
DATE
8.7.2023

MATERIAL
Pine

FINISH
-

WEIGHT 1kg
1

SCALE 1:2
SHEET 1 OF 1

REGION
A3

ASKELMAN LAUTA

DESCRIPTION
Terassilautta PROF kestopuu ruskea
uuteittu 28x120 NTR/AB

DRAWING NUMBER
K-2-K1-H3-O5

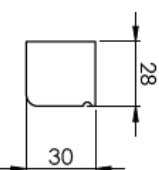
ASSOCIATION
OPINNÄYTYTÖ

No.	Drawing no	Part name	Description	Standard	Dimensions	Material	Qty.
1	K-2-K1-H3-O5	ASKELMAN LAUTA	Terassilautta PROF kestopuu ruskea uuteittu 28x120 NTR/AB		828 x 28 x 120	Pine	1

REVIEW BY
DATE

NOTE

No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in database, without written permission of owner.



$\text{Rd } 12,5$	ISO 13715	-0,5
-------------------	-----------	------

 SAVONIA		GENERAL TOLERANCE:	PART NAME
		SFS EN 227-65-1-c	
ASKELMAN LAUTA			



SAVONIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

MATERIAL:
Pine

DESCRIPTION	
Terrass	
28x12m	

ilauta PR
O NTP/AR

Of kestopu

ruske

a unitettu

DESIGNED
VJL

DATE 8.7.2023

FINISH

DRAWING NUMBER
K 3

071

1304

REVISION

APPROVED

DATE	
------	--

WEIGHT (kg)

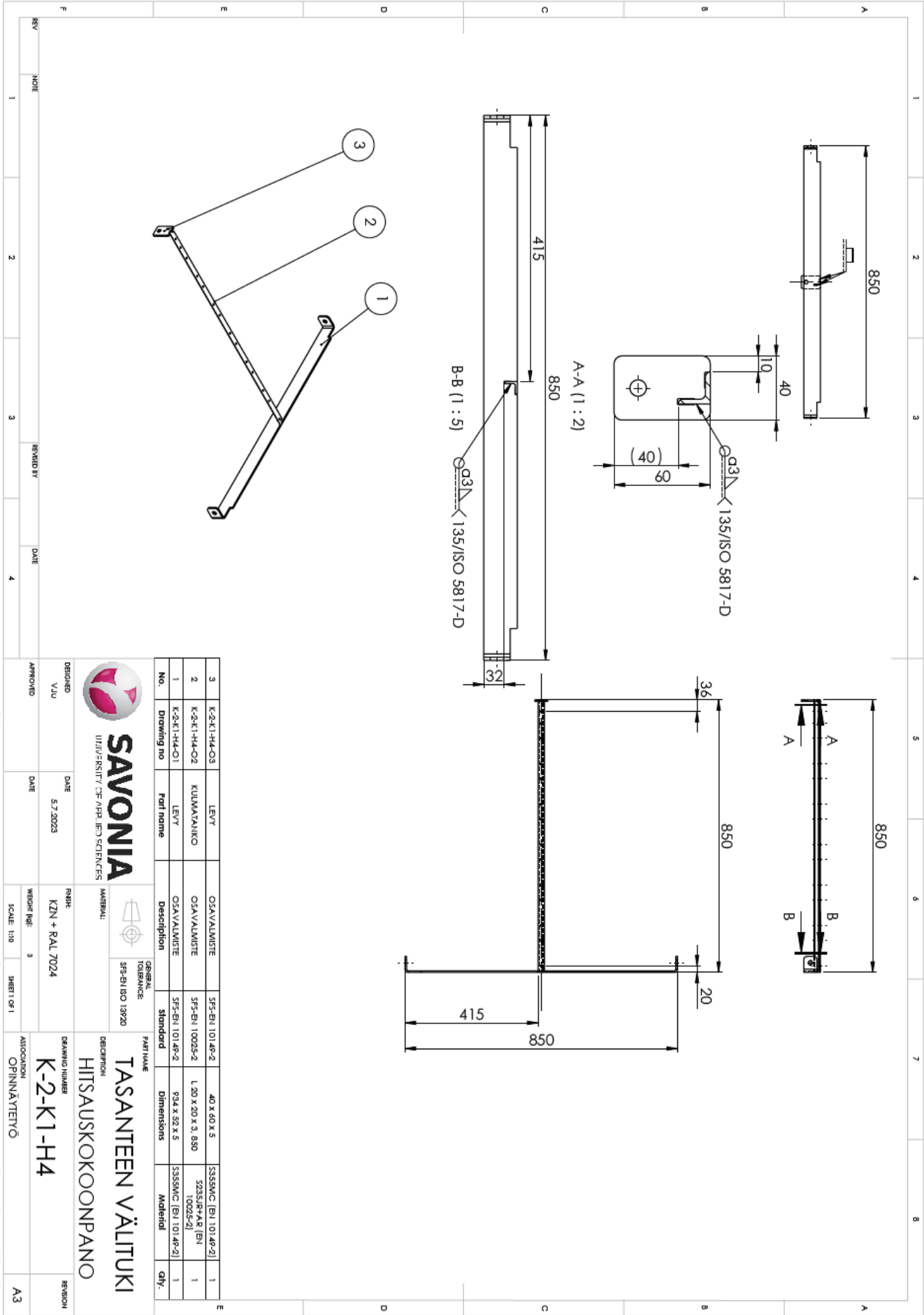
110

7-V

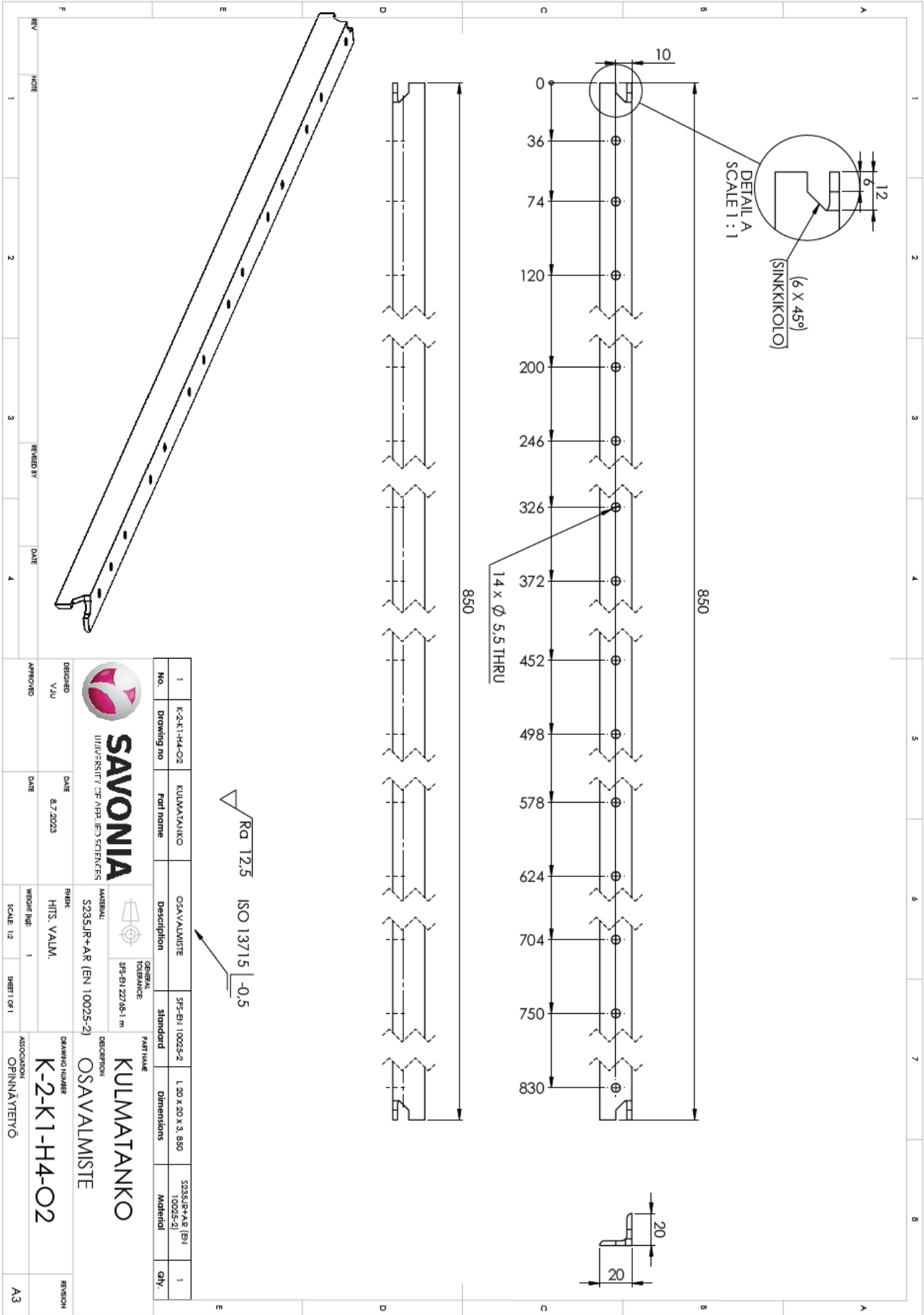
二

00-00

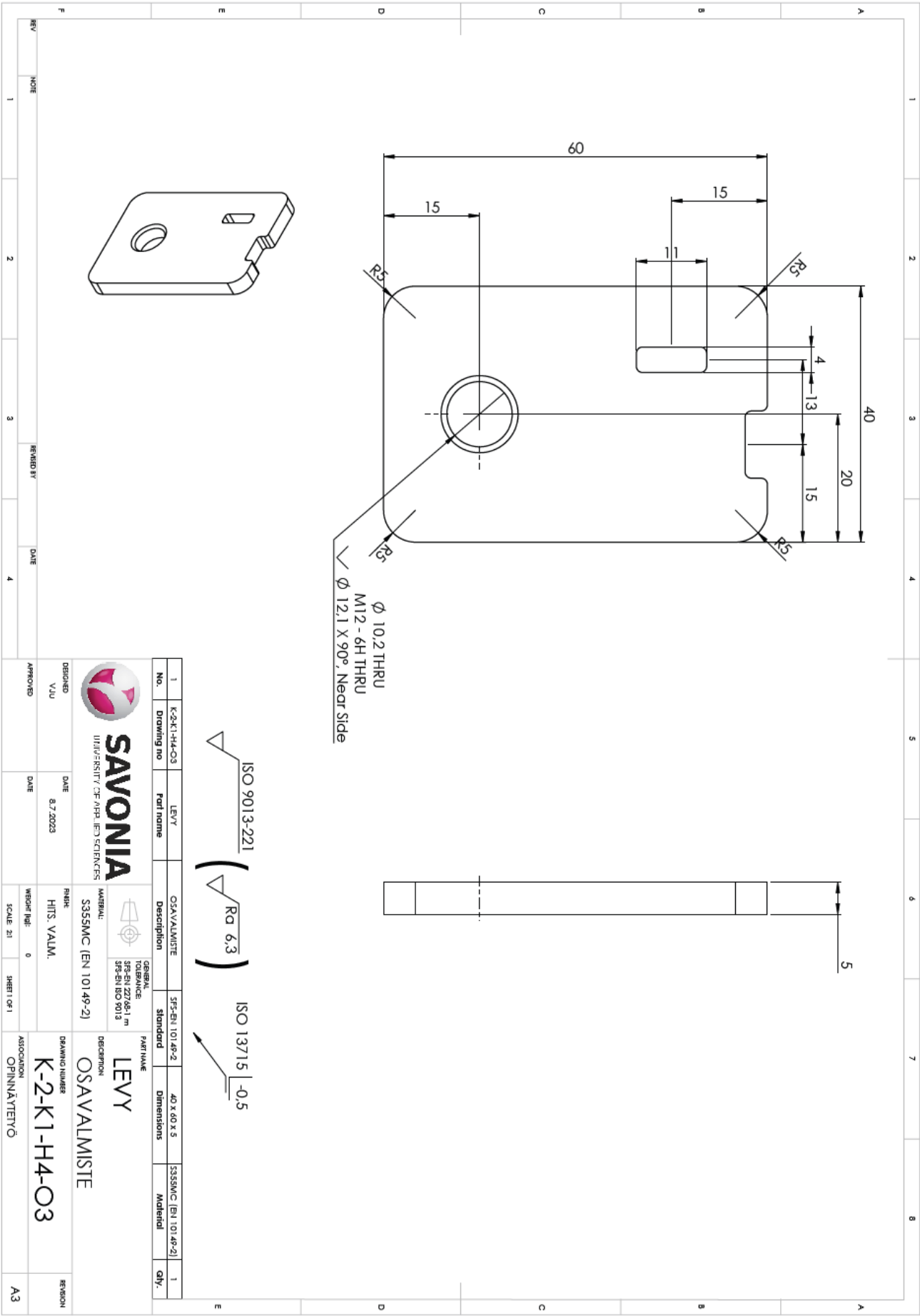
--	--



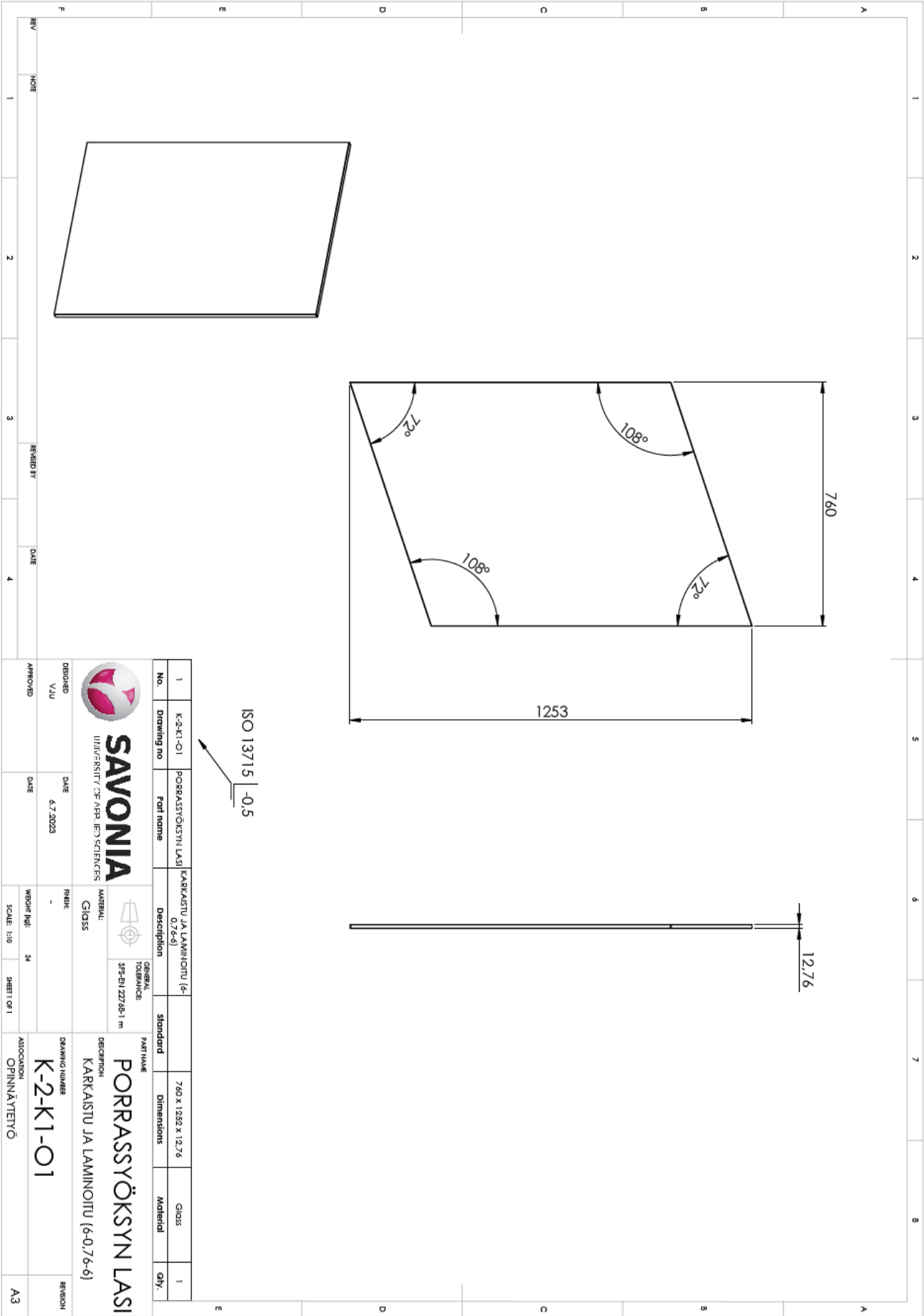
No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in a database, without written permission of owner.



No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in database, without written permission of owner.



No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in database, without written permission of owner.



No.	Drawing no	Part name	Description	Standard	Dimensions	Material	Qty.
-----	------------	-----------	-------------	----------	------------	----------	------

1	K-2-K1-O1	PORRASSYÖKSYN LASI	KARKASTU JA LAMINOITU (6-0,7-6)	760 x 1253 x 12,76	Glass	1
---	-----------	--------------------	---------------------------------	--------------------	-------	---

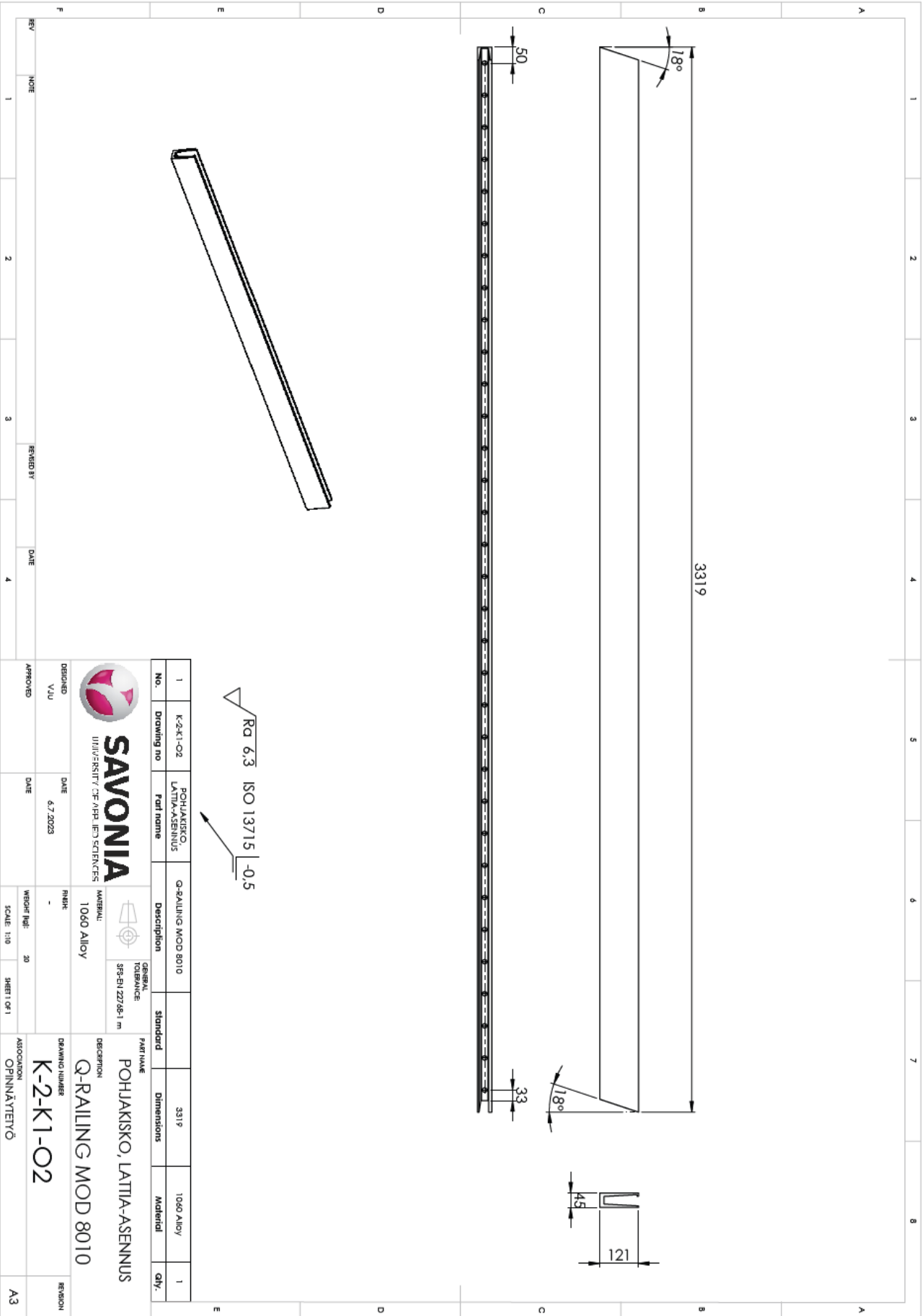
DESIGNED	DATE	RHS	GENERAL	DESCRIPTION	DRAWING NUMBER	REVISION
----------	------	-----	---------	-------------	----------------	----------



VJU	6.7.2023	-	ISO 13715	760 x 1253 x 12,76	K-2-K1-O1	
-----	----------	---	-----------	--------------------	-----------	--

APPROVED	DATE	WBOF Taji	SHEET 1 OF 1	ASSOCIATION		A3
----------	------	-----------	--------------	-------------	--	----

SAVONIA	UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES					
---------	--------------------------------	--	--	--	--	--

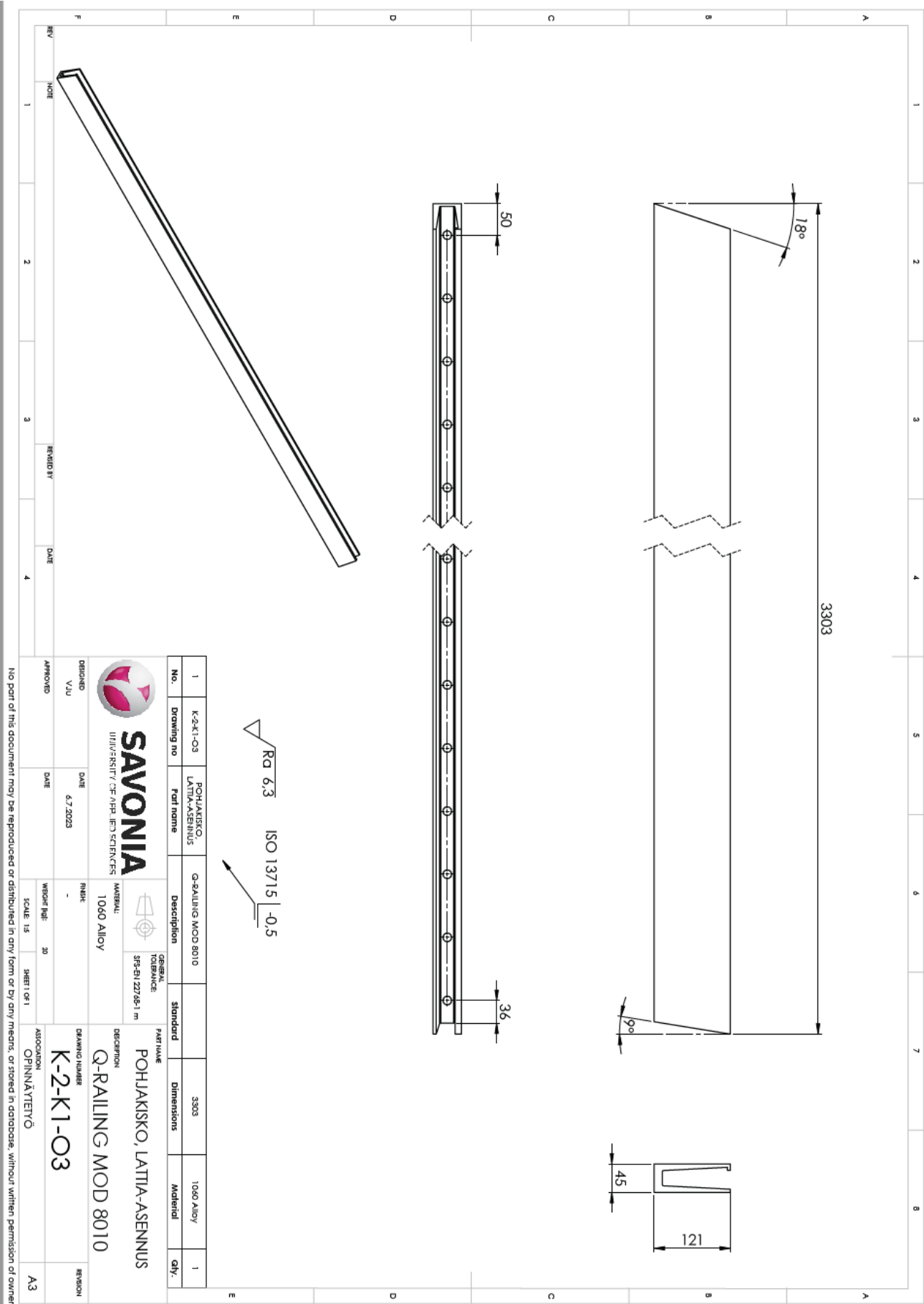
No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in a database, without written permission of owner.



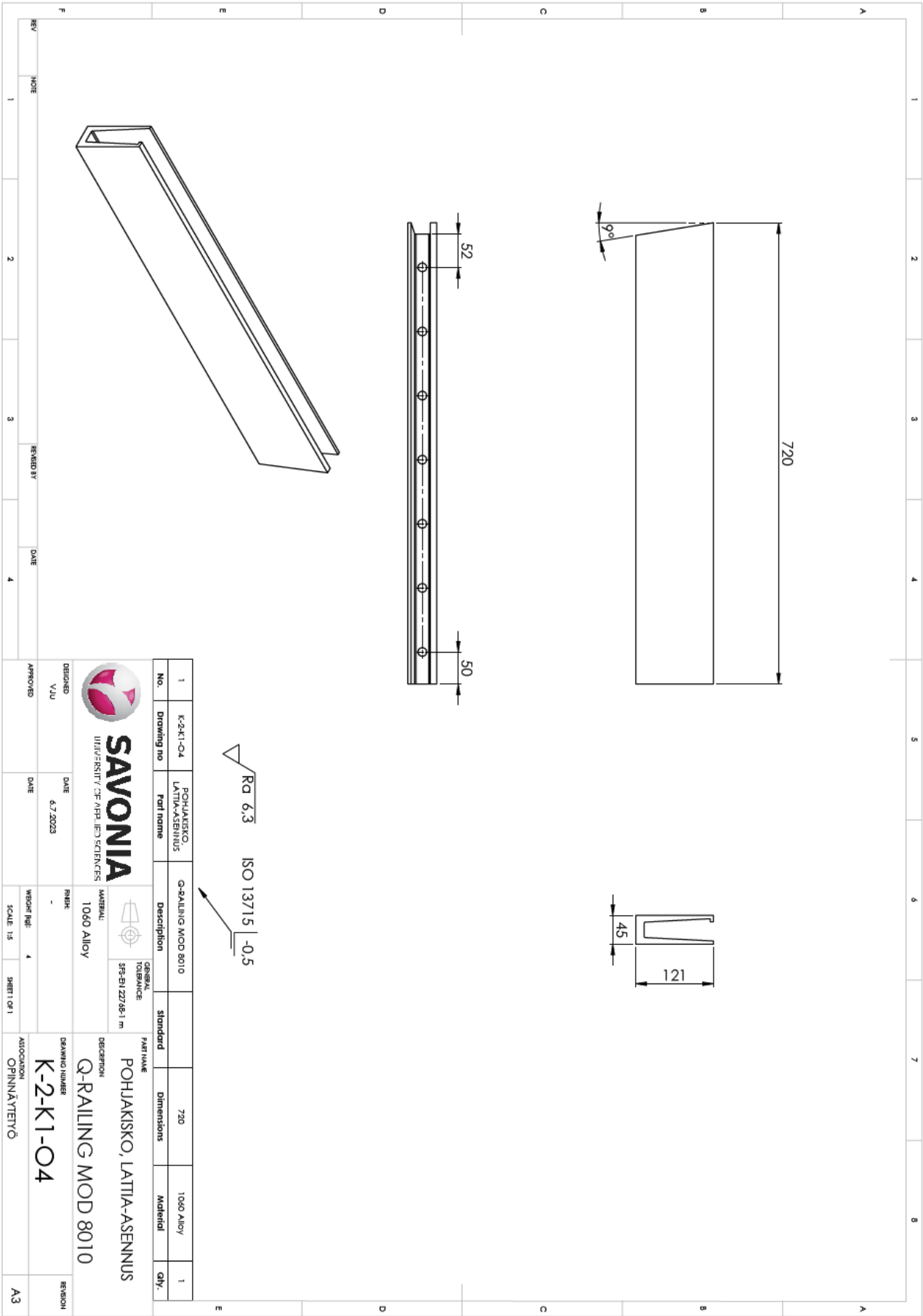
DESIGNED VJU		DATE 6.7.2023	FINISH -		DRAWING NUMBER K-2-K1-O2		REVISION
APPROVED		DATE	WEIGHT kg: 20		ASSOCIATION OPINNÄITTEYÖ		
			SCALE 1:10		SHEET 1 OF 1		
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES			MATERIAL: 1060 Alloy		DESCRIPTION Q-RAILING MOD 8010		
					GENERAL TOLERANCE SFS-EN 22746-1 m		
SAVONIA					PART NAME POHJAKESKO, LATITIA-ASENNUS		
1	K-2-K1-O2	POHJAKESKO, LATITIA-ASENNUS	Q-RAILING MOD 8010	Standard	Dimensions	Material	Qty.
No.	Drawing no	Part name	Description	Standard	Dimensions	Material	Qty.
					3319	1060 Alloy	1



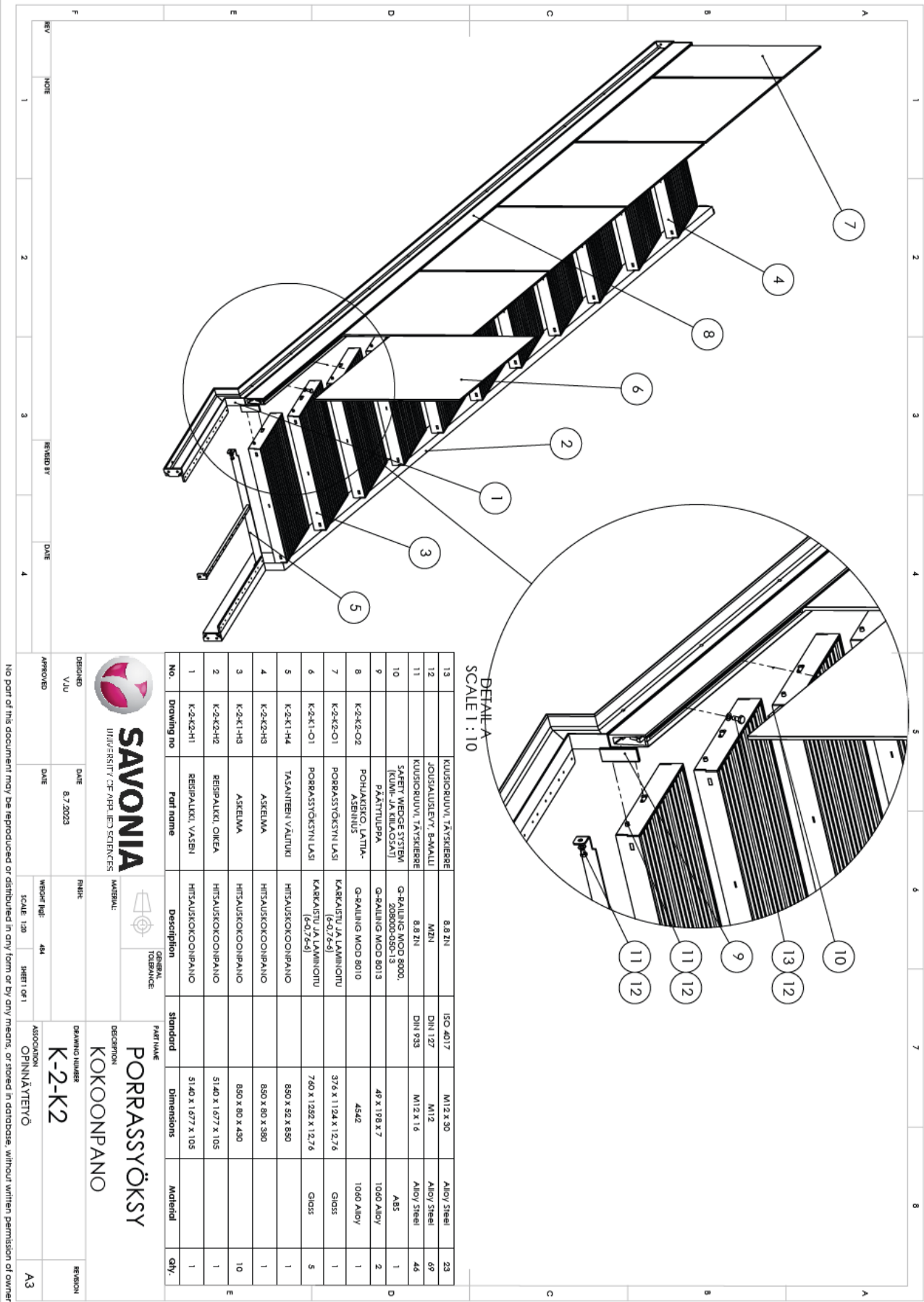
No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in database, without written permission of owner.



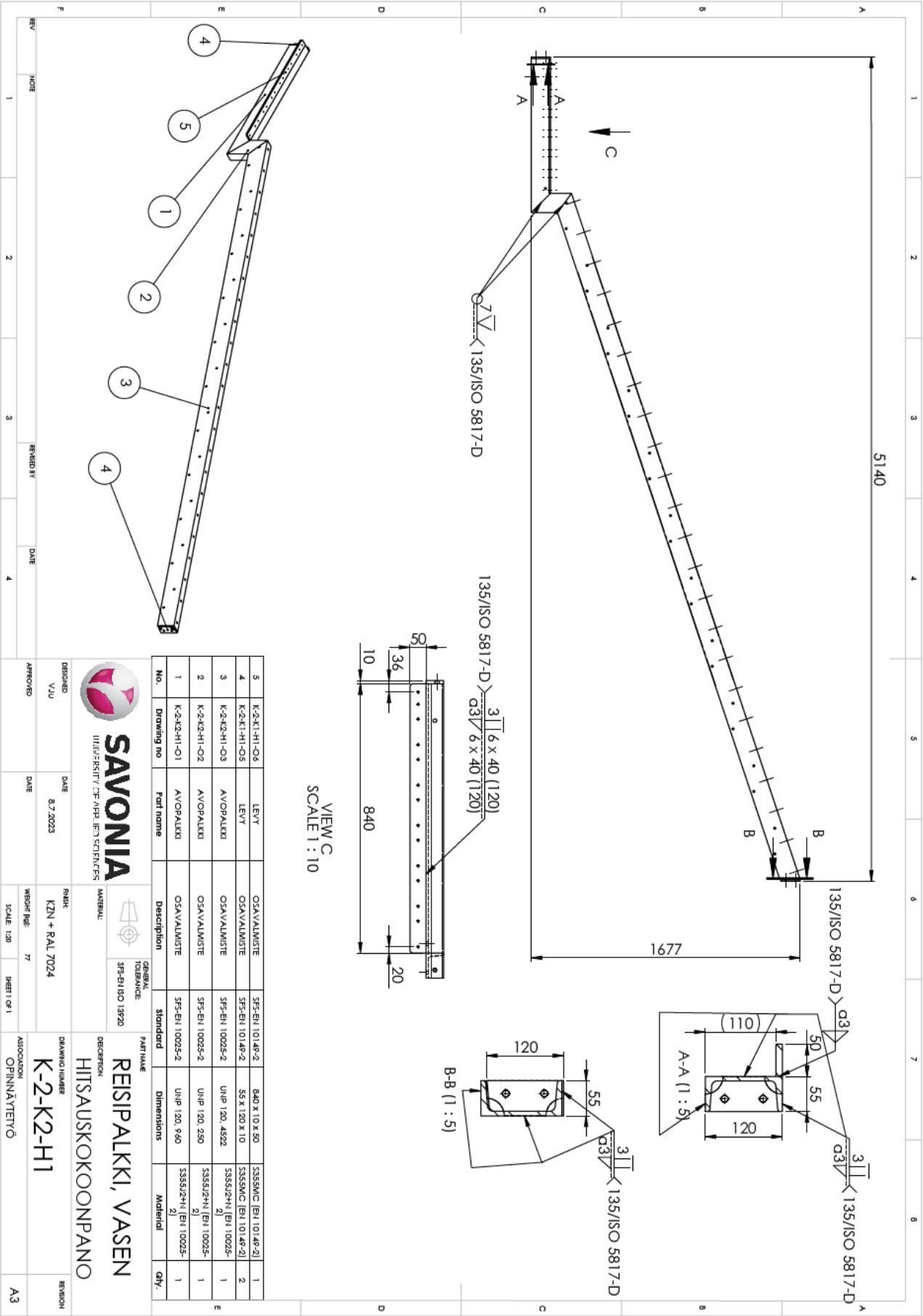
No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in database, without written permission of owner.



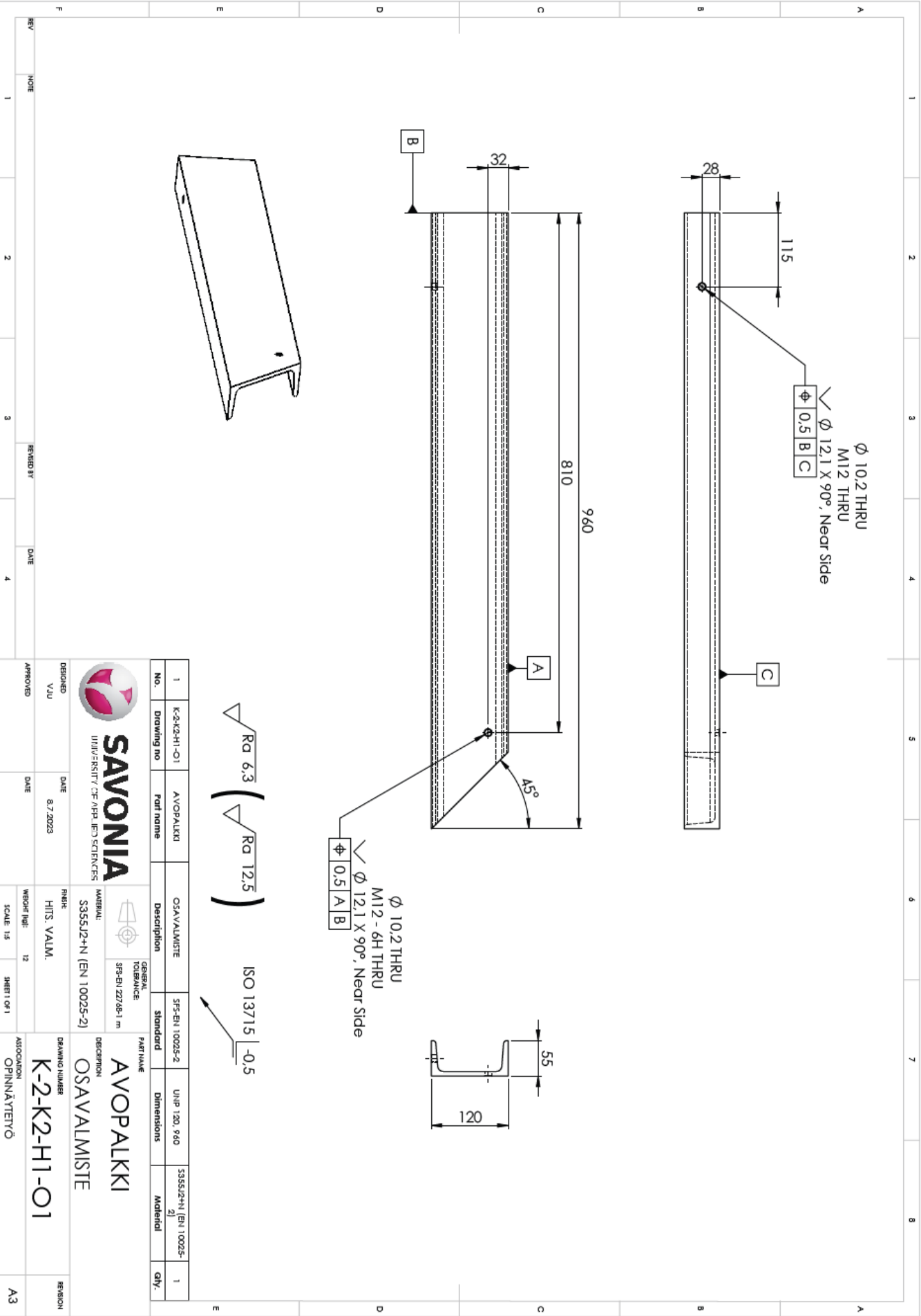
No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in a database, without written permission of owner.



No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in database, without written permission of owner.



No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in database, without written permission of owner.



$\sqrt{Ra\ 6,3}$ ($\sqrt{Ra\ 12,5}$)

ISO 13715 -0,5



SAVONIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

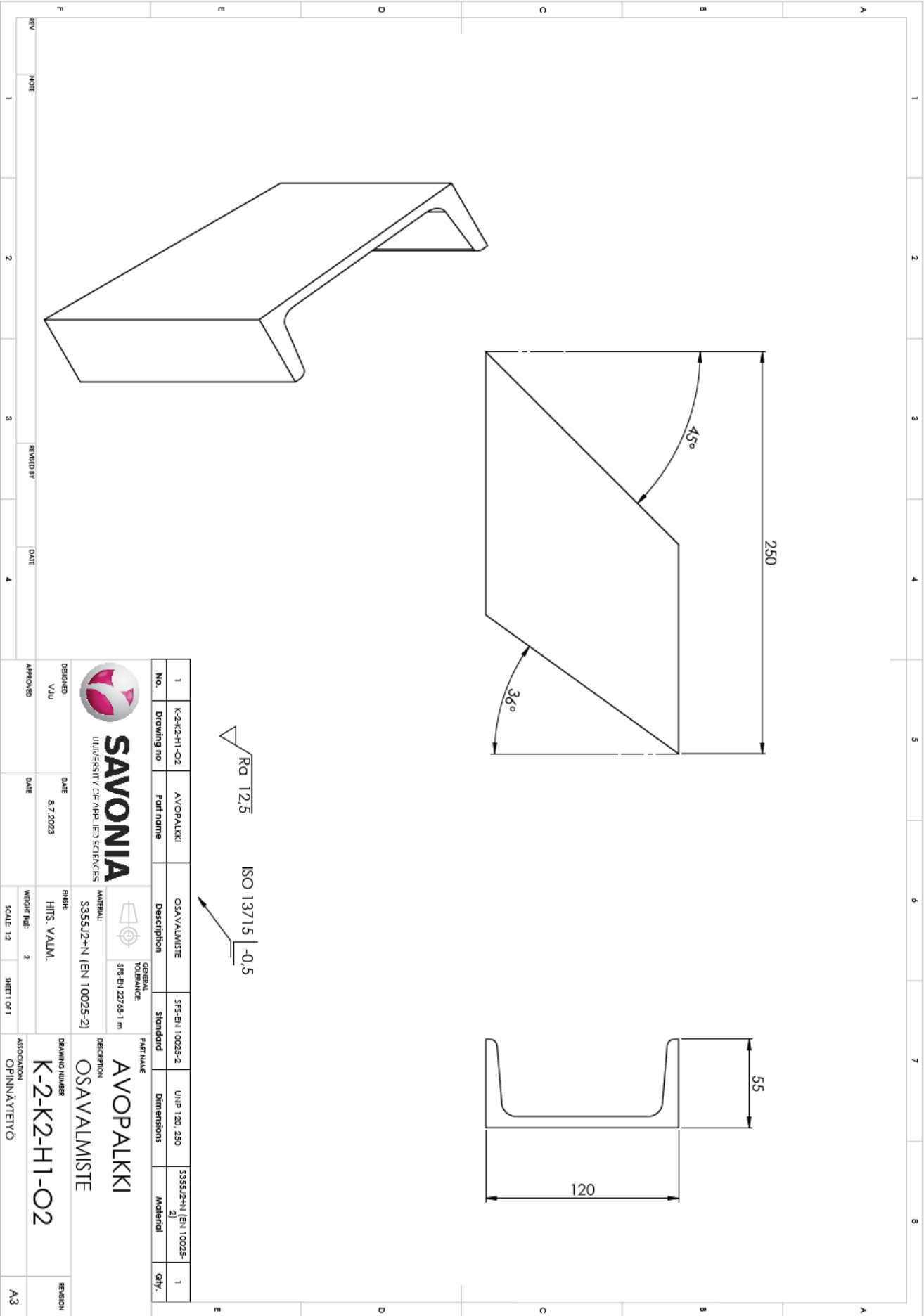
AVOPALKKI
OSAVALMISTE

AVOPALKKI
OSAVALMISTE

AVOPALKKI
OSAVALMISTE

DESIGNED V.JU	DATE 8.7.2023	FINISH HTS. VALM.	DRAWING NUMBER K-2-K2-H1-O1	REGION
APPROVED	DATE	WEIGHT (kg) 12	ASSOCIATION OPINNÄYTEYÖ	
		SCALE 1:5	SHEET 1 OF 1	A3

No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in a database, without written permission of owner.



ISO 13715 -0.5

1	K-2-K2-H1-O2	AVOPALKKI	OSAVALMISTE	SFS-EN 10025-2	UNP 1.20 250	S355J2+N (EN 10025-2)	1
No.	Drawing no	Part name	Description	Standard	Dimensions	Material	Qty.



SAVONIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

MATERIAL:
S355J2+N (EN 10025-2)

FINISH:
HTS. VALM.

WEIGHT kg: 2

SCALE: 1:2

DRAWING NUMBER
K-2-K2-H1-O2

ASSOCIATION
OPINNÄYTETYÖ

A3

DESIGNED
VJU

DATE
8.7.2023

DATE

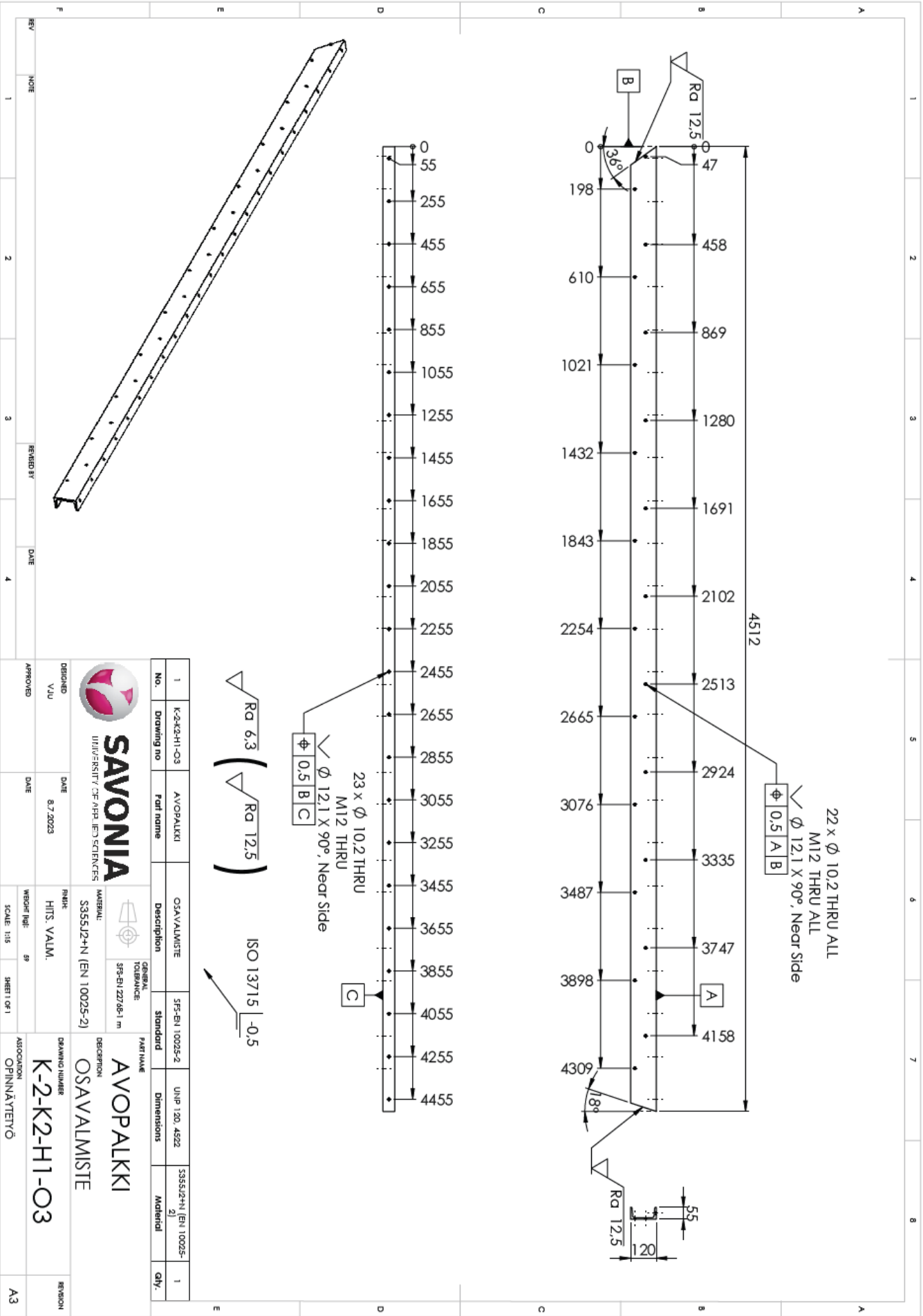
APPROVED

DATE

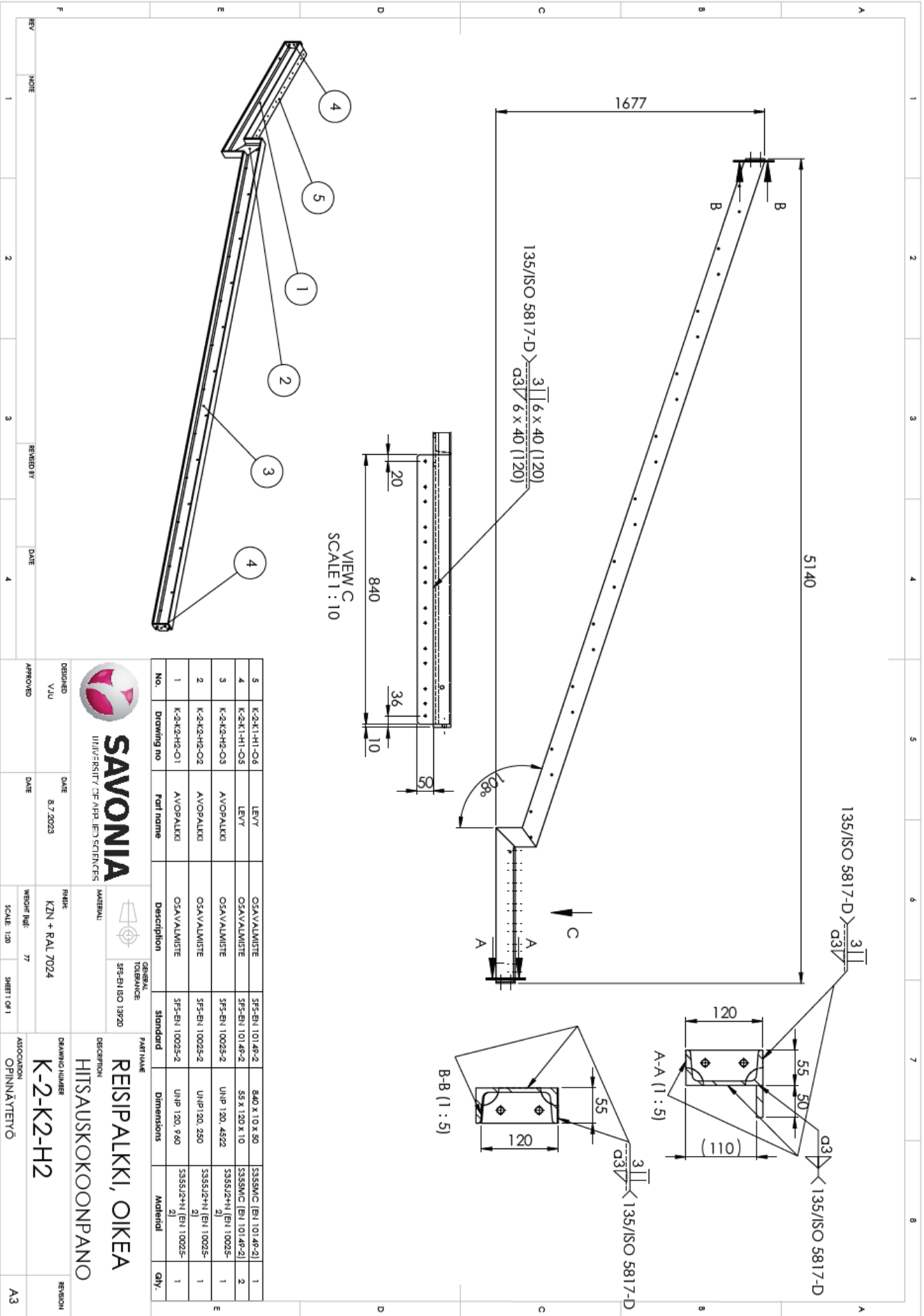
REVIEWED BY

DATE

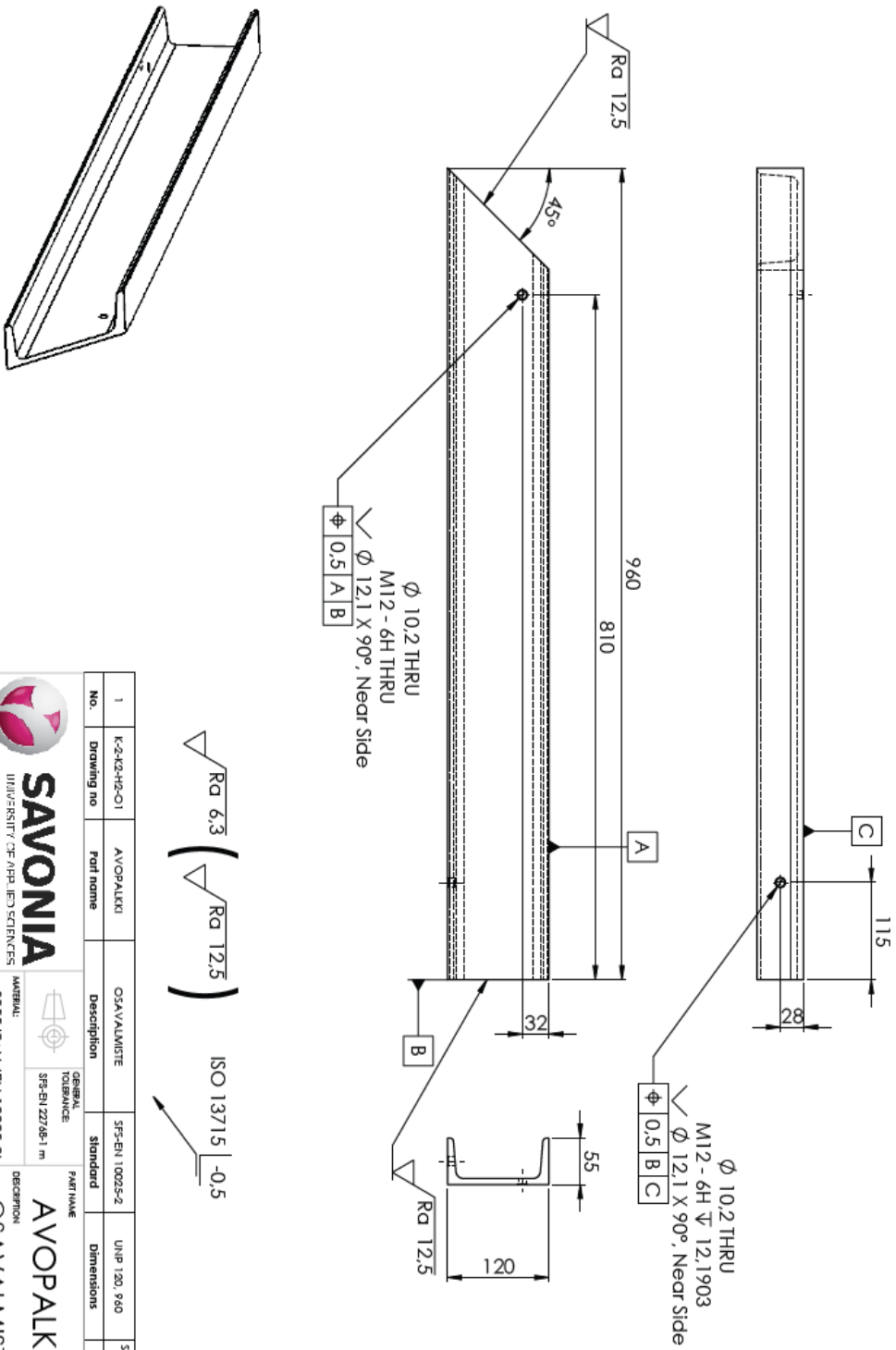
No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in database, without written permission of owner.



No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in database, without written permission of owner.



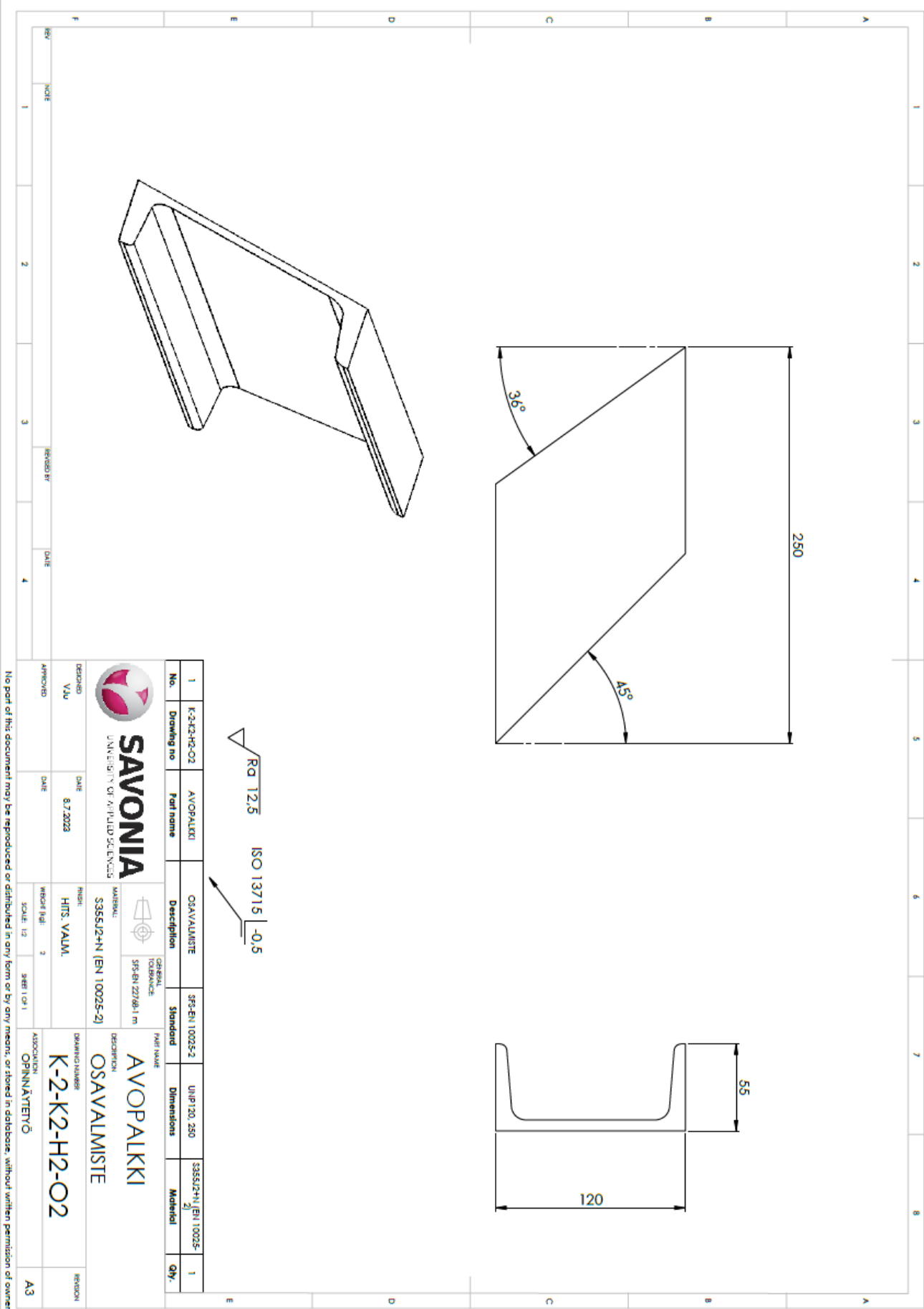
No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in database, without written permission of owner.



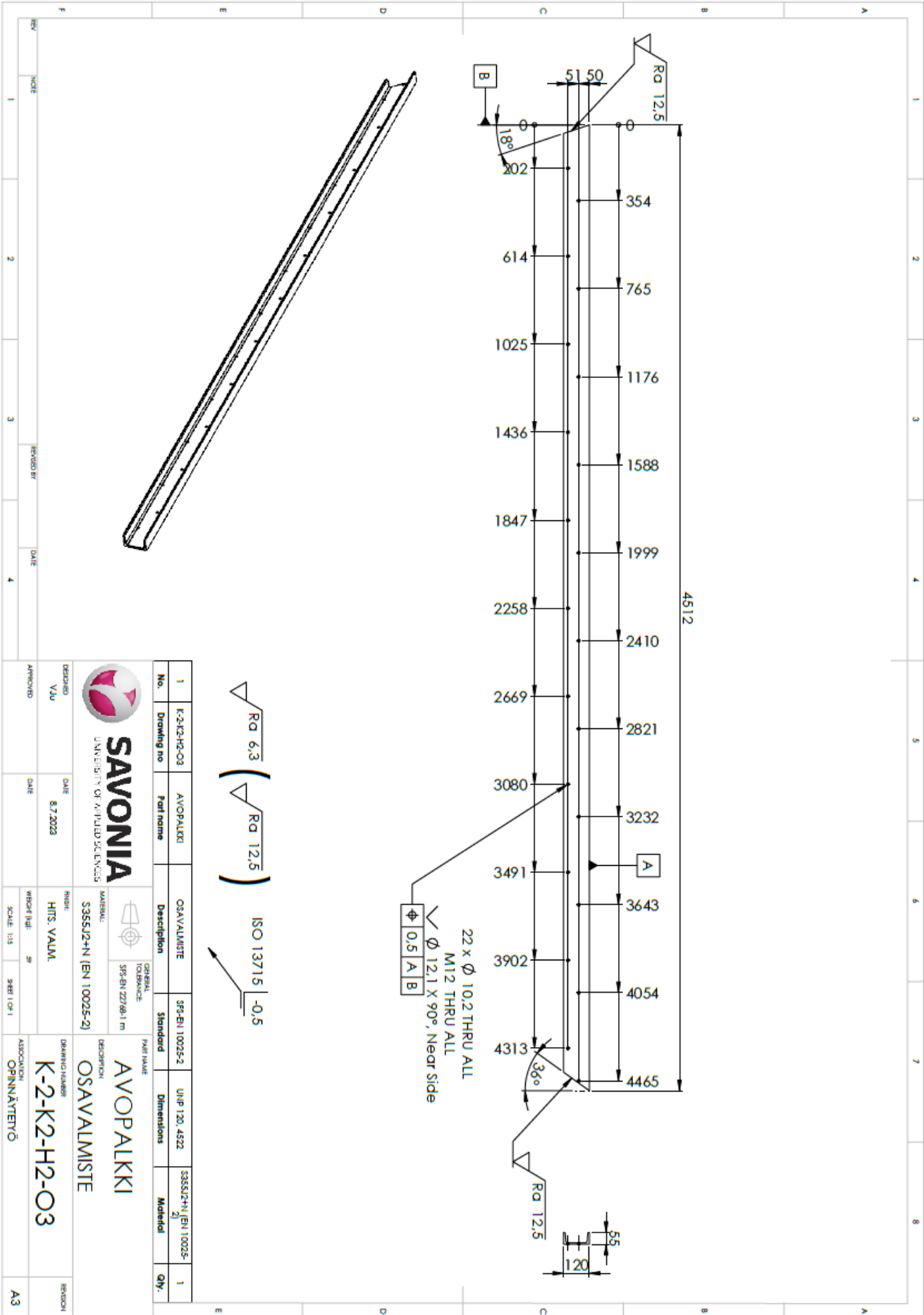
REV	NOTE	REVIEW BY	DATE
1			

1	K-2-K2-H2-O1	AVOPALKKI	OSAVALMISTE	SFS-EN 10025-2	UNIP 120, 960	S355J2+N (EN 10025-2)	1
No.	Drawing no	Part name	Description	Standard	Dimensions	Material	Qty.
			GENERAL TOLERANCE				
			SFS-B1 227A6-1 m				
			PART NAME				
			AVOPALKKI				
			OSAVALMISTE				
			MATERIAL				
			S355J2+N (EN 10025-2)				
			FINISH				
			HITS. VALM.				
			WORKING FILE				
			SCALE 1:5				
			SHEET 1 OF 1				
			ASSOCIATION				
			OPINNÄYTETYÖ				
			DRAWING NUMBER				
			K-2-K2-H2-O1				
			REVISION				
			A3				

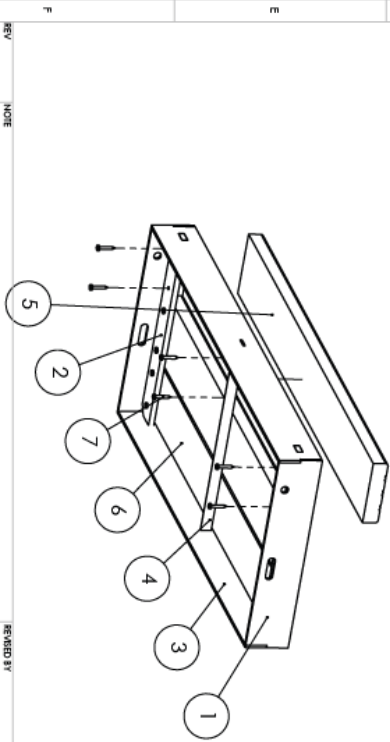
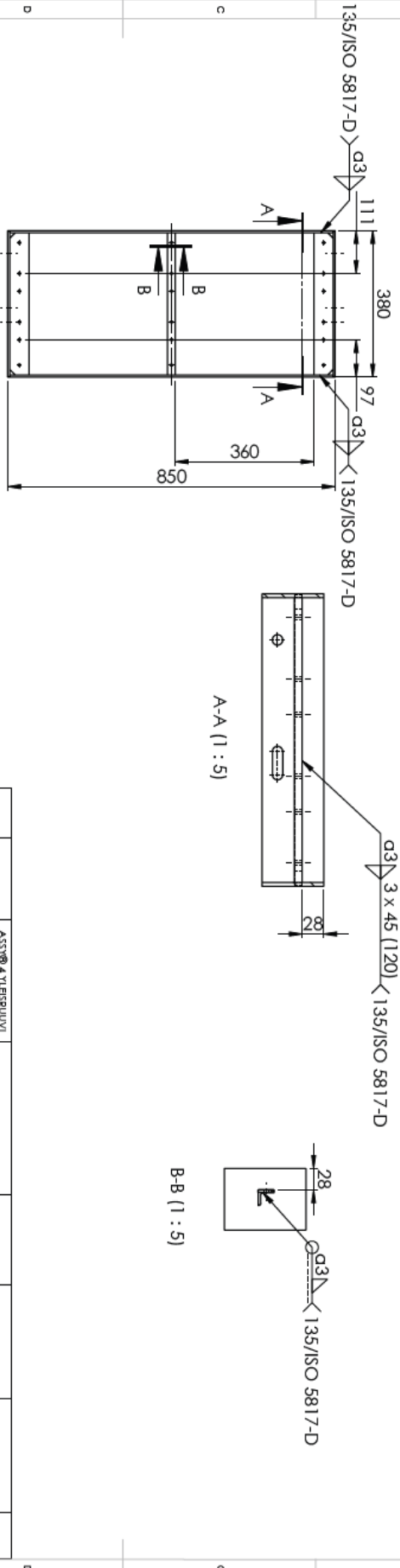
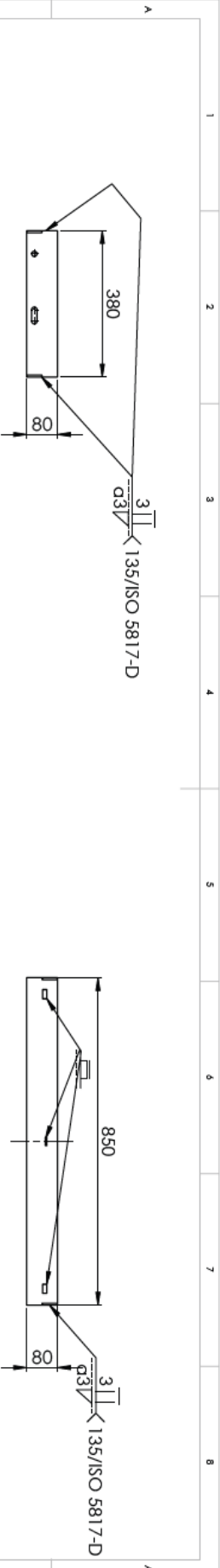
No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in databases, without written permission of owner.



No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in database, without written permission of owner.



No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in database, without written permission of owner.



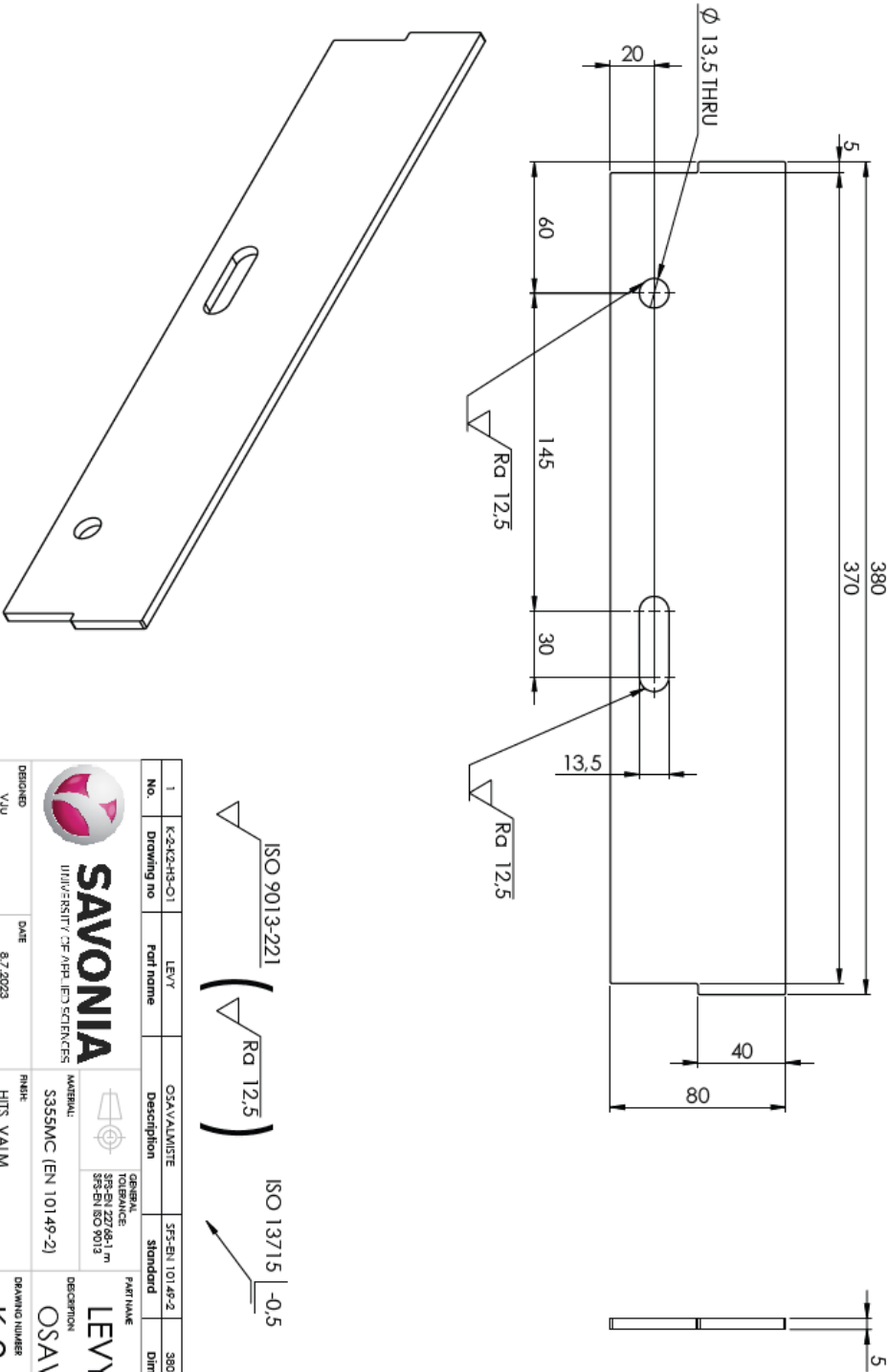
SAVONIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



ASKELMA
HITSAUSKOKOONPANO

No.	Drawing no	Part name	Description	Standard	Dimensions	Material	Qty.
7		ASSYØ 4 YLIESQUUVI SINKITTÄ ERIKAS TÄRKEÄT ERIKAS /MATALAKUPUKANTTA	RW20 ZN(A&K)		5 x 30	Alloy Steel	16
6	K-2-K2-H3-O4	ASKELMAN LAUTA	Teräsbuura PROF teräspuu ruokko HT9/AB		808 x 28 x 106	Pine	1
5	K-2-K1-H3-O5	ASKELMAN LAUTA	Teräsbuura PROF teräspuu ruokko HT9/AB		808 x 28 x 120	Pine	2
4	K-2-K2-H3-O3	KULMATANICO	OSAVALUMITE	SFS-EN 10025-2	L 20 x 20 x 3, 380	525SR-AR (EU 10025-2)	1
3	K-2-K1-H3-O3	LEVY	OSAVALUMITE	SFS-EN 1014P-2	850 x 80 x 5	535SMC (EU 1014P- 2)	2
2	K-2-K2-H3-O2	LEVY	OSAVALUMITE	SFS-EN 1014P-2	380 x 10 x 50	535SMC (EU 1014P- 2)	2
1	K-2-K2-H3-O1	LEVY	OSAVALUMITE	SFS-EN 1014P-2	380 x 80 x 5	535SMC (EU 1014P- 2)	2

No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in database, without written permission of owner.



ISO 9013-221
(Ra 12.5)
ISO 13715 -0.5

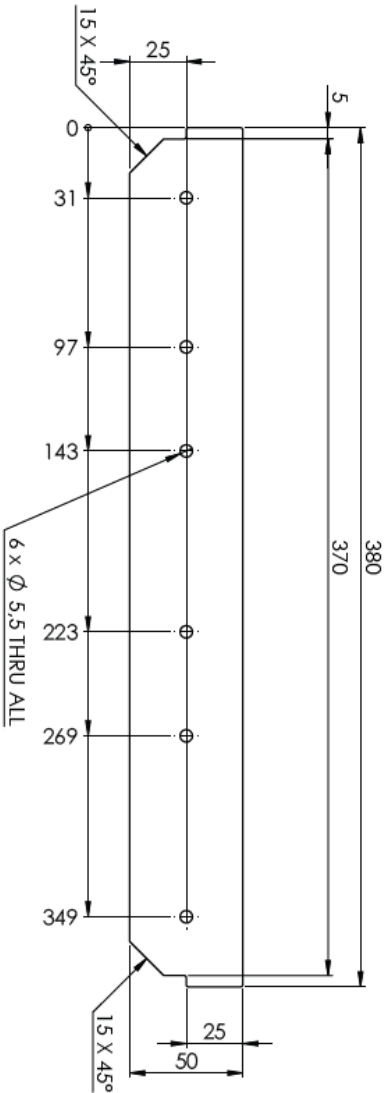


SAVONIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

LEVY
OSAVALMISTE

DESIGNED	DATE	FINISH	DRAWING NUMBER	REGION
VJU	8.7.2023	HITS. VALM.	K-2-K2-H3-O1	
APPROVED	DATE	WEIGHT (kg)	ASSOCIATION	
		SCALE 1:2	OPINNÄYTEYÖ	A3

No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in a database, without written permission of owner.



ISO 9013-221
($\sqrt{Ra\ 12.5}$)
ISO 13715 -0.5

No.	Drawing no	Part name	Description	Standard	Dimensions	Material	Qty.
-----	------------	-----------	-------------	----------	------------	----------	------



SAVONIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



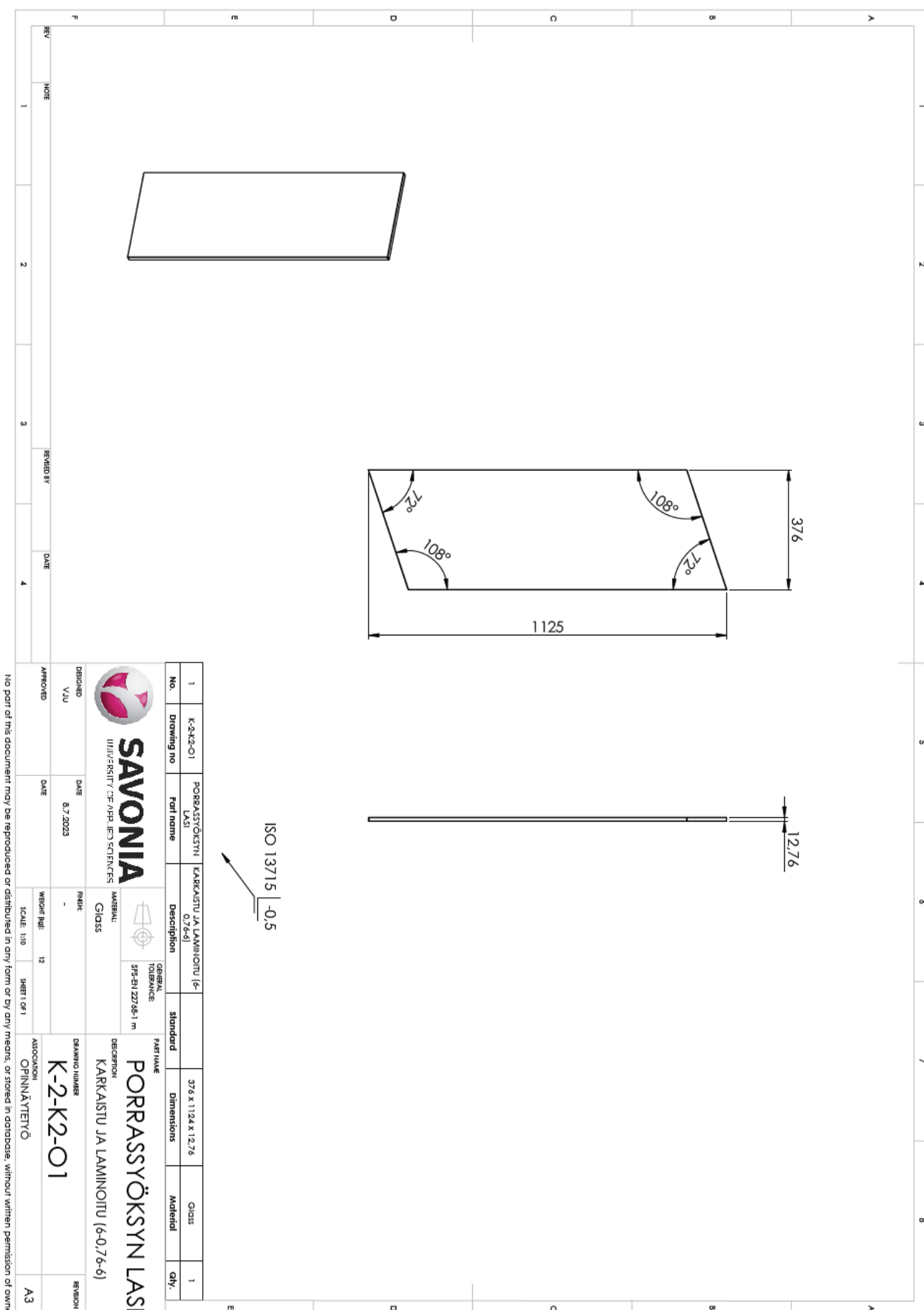
GENERAL TOLERANCES
ISO 12018
SFS-EN ISO 9013

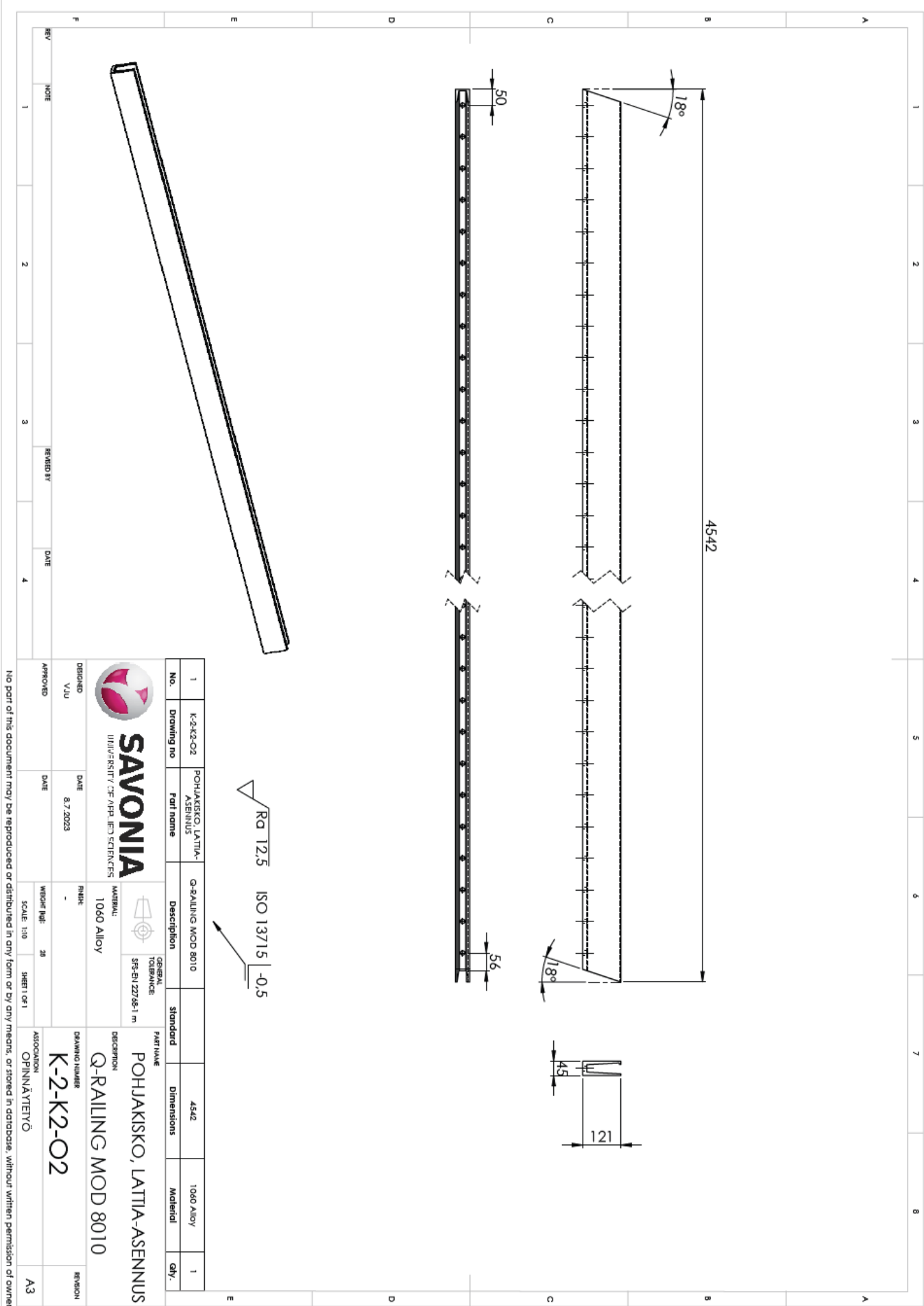
LEVY

DESCRIPTION
OSAVALMISTE

DESIGNED VJU	DATE 8.7.2023	DRAWING NUMBER K-2-K2-H3-O2	REGION
APPROVED	DATE	ASSOCIATION OPINNÄYTIETÖ	
	SCALE 1:2	SHEET 1 OF 1	A3

No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in database, without written permission of owner.





No.	Drawing no	Part name	Description	Standard	Dimensions	Material	Qty.
-----	------------	-----------	-------------	----------	------------	----------	------



SAVONIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



MATERIAL
1060 Alloy



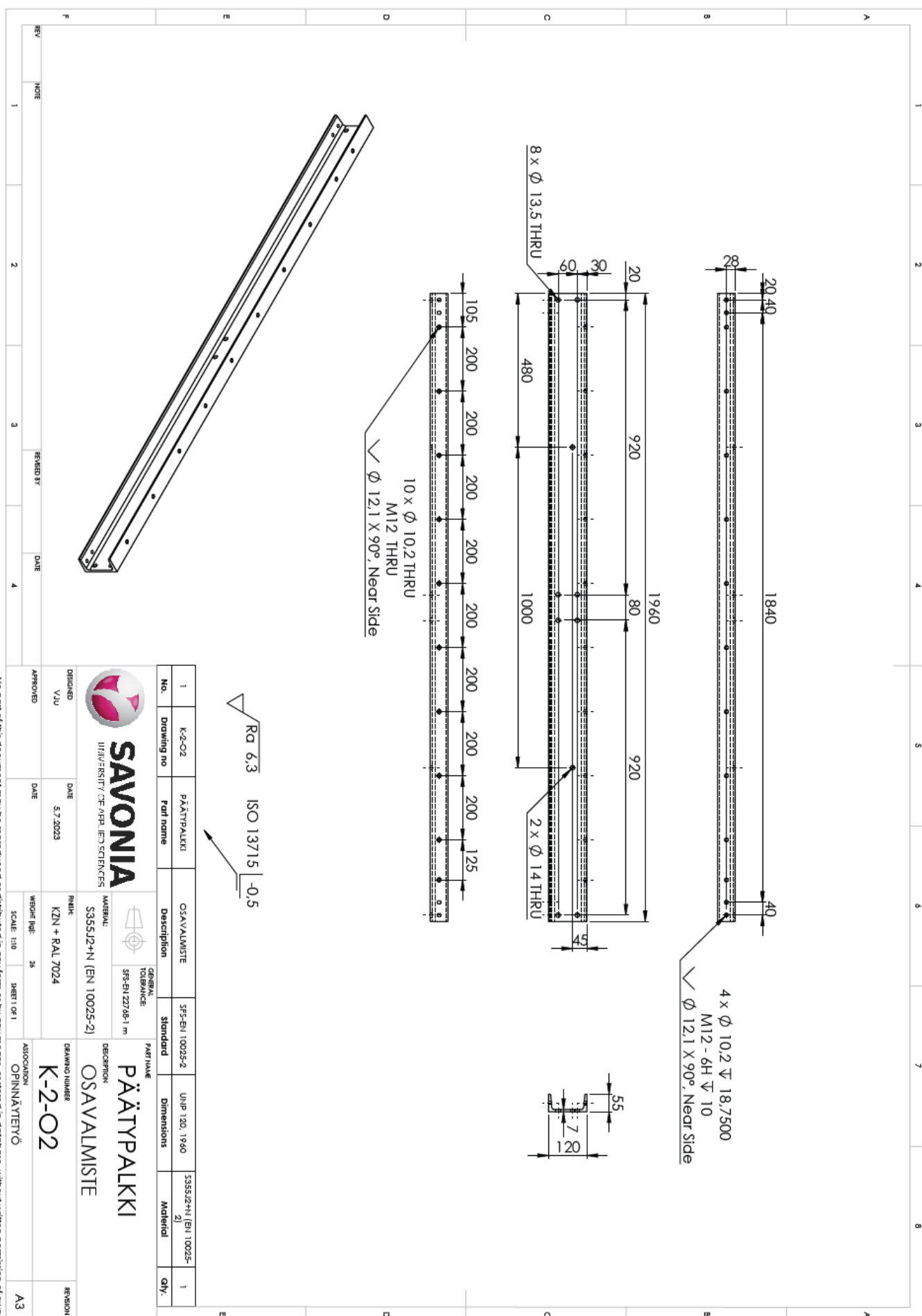
GENERAL TOLERANCE
SFS-EN 12276-1 m

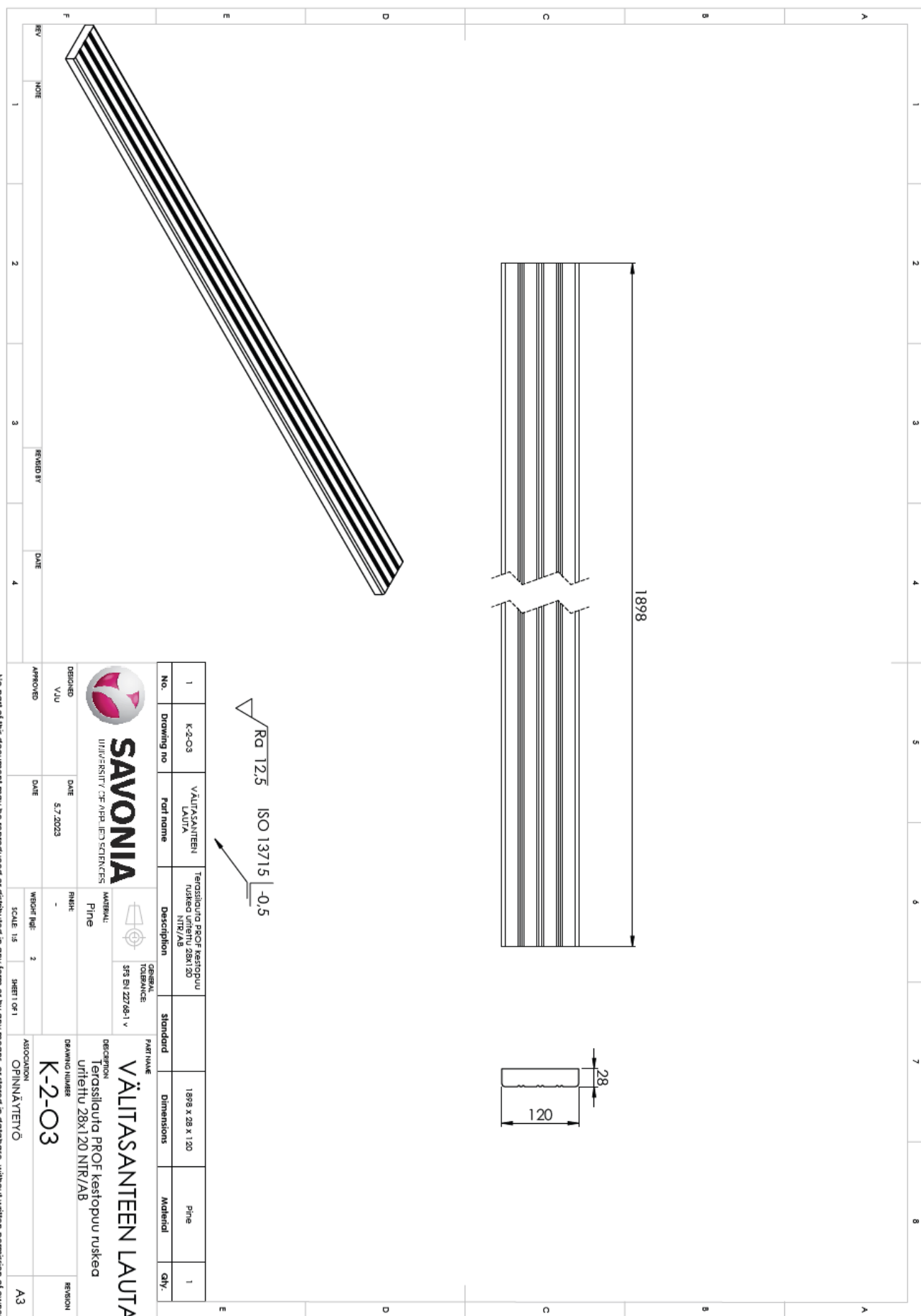
PART NAME
POHJAKISKO, LATITIA-ASENNUS

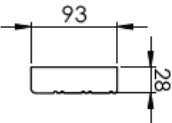
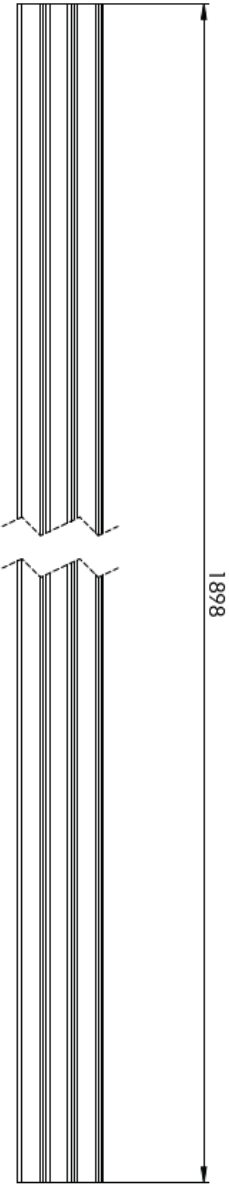
DESCRIPTION
Q-RAILING MOD 8010

DESIGNED VJU	DATE 8.7.2023	SCALE 1:10	WEIGHT TUBE 28	ASSOCIATION OPINNÄYTYÖ	REVISION A3
-----------------	------------------	---------------	-------------------	---------------------------	----------------

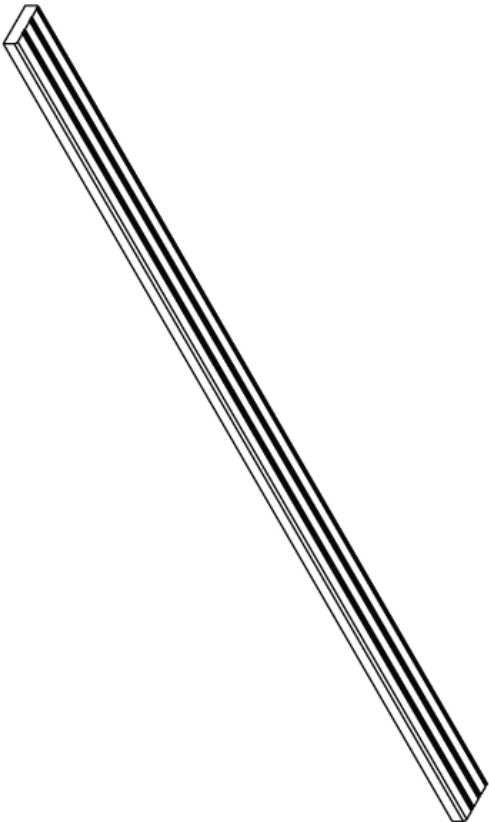
No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in a database, without written permission of owner.







$\sqrt{Ra\ 12,5}$ ISO 13715 -0,5



SAVONIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



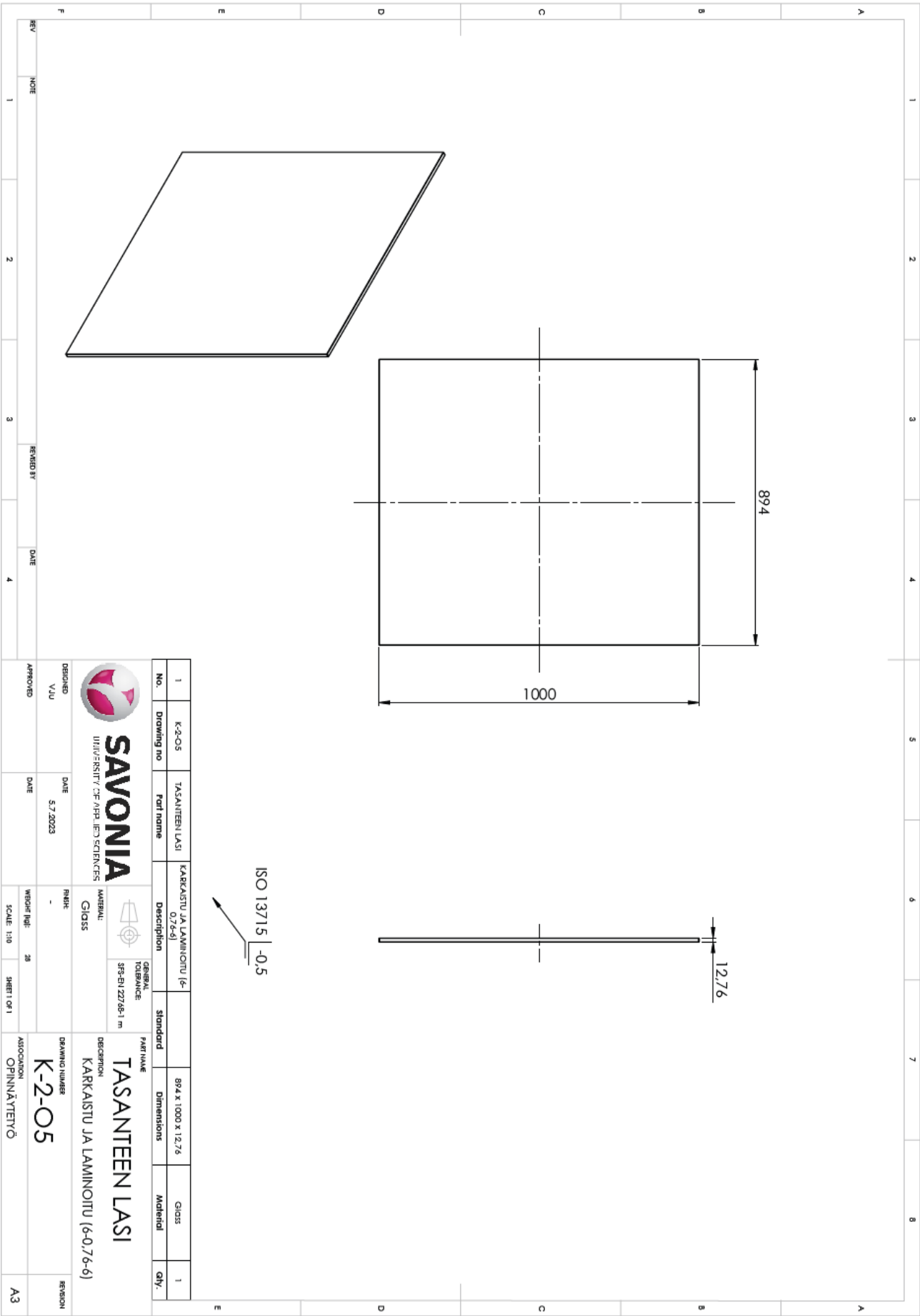
GENERAL TOLERANCE
SFS EN 22766-1 V

VÄLITASANTEEN LAUTA
DESCRIPTION:
Terassilautu PROF kestopuu ruskea
uittettu 28x120 NTR/AB

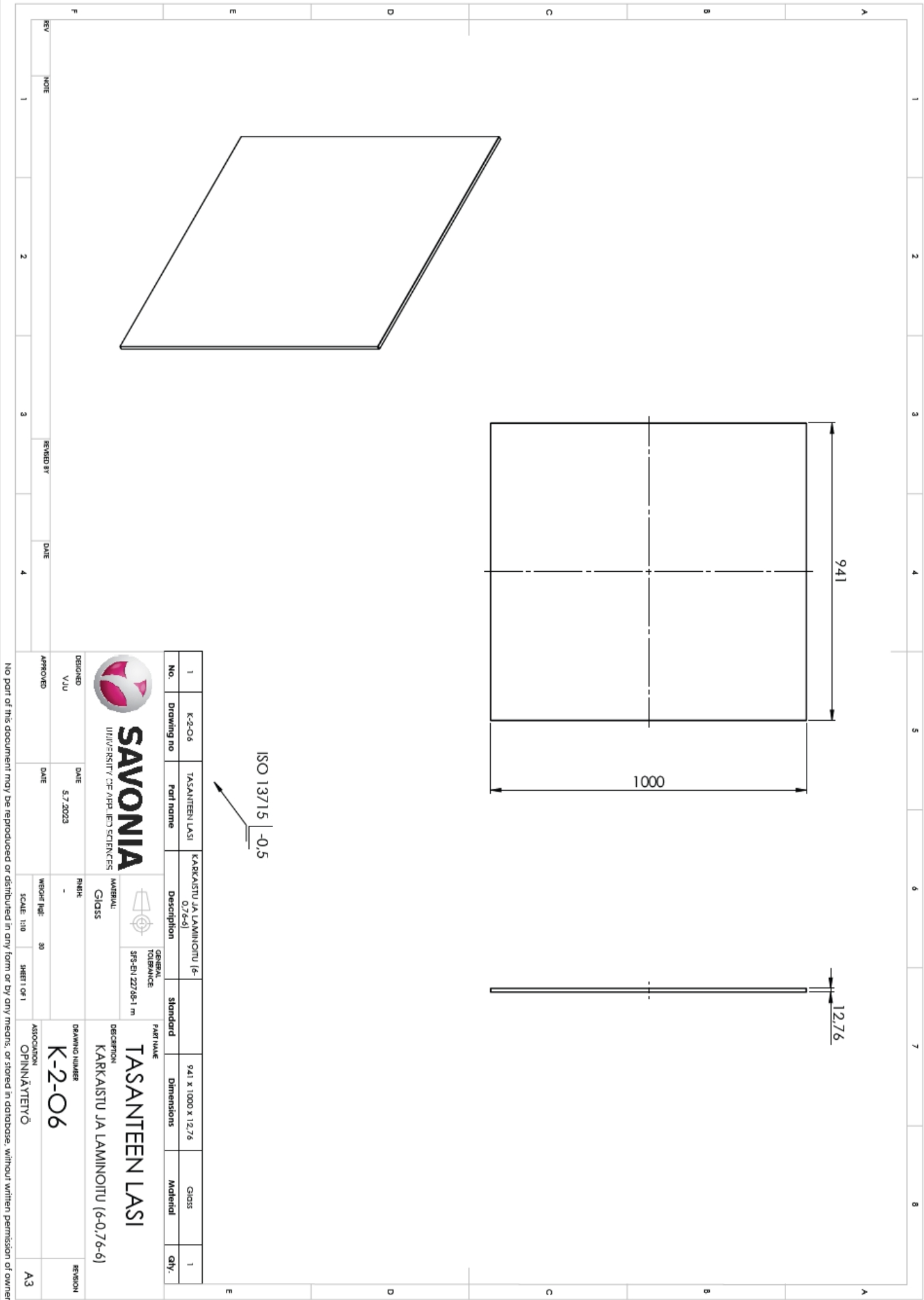
DESIGNED VJU	DATE 5.7.2023	MARK -	DRAWING NUMBER K-2-O4	REVISION
APPROVED	DATE	WEIGHT (kg) 2	ASSOCIATION OPINNÄYTYÖ	

No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in database, without written permission of owner.

SCALE 1:5 SHEET 1 OF 1 A3



No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in a database, without written permission of owner.



ISO 13715 -0,5

No.	1	K-2-O6	TASANTEEN LASI	KARKASTU JA LAMINOTTU (6-0,76-6)	Standard	941 x 1000 x 12,76	GLASS	1
Drawing no			Part name	Description		Dimensions	Material	Qty.



SAVONIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



MATERIAL: GLASS
DIMENSIONAL TOLERANCE: 375-EN 227 36-1 m

PART NAME: TASANTEEN LASI
DESCRIPTION: KARKASTU JA LAMINOTTU (6-0,76-6)

DESIGNED	VJU	DATE	5.7.2023	FINISH	-	DRAWING NUMBER	K-2-O6	REGION	
APPROVED		DATE		WEIGHT (kg)	30	ASSOCIATION	OPINNÄYTEYÖ		

REV	NOTE	REMOVED BY	DATE
1			4