

ANSASKONEEN LOPPUPÄÄN SUUNNITTELU

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Mekatroniikan suuntautumisvaihtoehto
Opinnäytetyö
Kevät 2006
Anatoli Lappalainen

ALKUSANAT

Opinnäytetyön tekijä on Lahden ammattikorkeakoulun neljännen vuosikurssin mekatroniikan opiskelija Anatoli Lappalainen. Työn asiakas on Peikko Finland Oy.

Lahden ammattikorkeakoulun puolelta työn ohjaavina opettajina ovat Teijo Lahtinen ja muut mekatroniikan puolen opettajat. Työntäjän puolelta asianomistaja on Risto Grönlund.

Kiitoksia Teijo Lahtiselle, joka ohjasi mallikkaasti opinnäytetyön alusta asti. Myös yrityksen yhteyshenkilöt olivat aina avoimia keskusteluun. Ainoana harmittavana asiana oli se, että opinnäytetyöntekijä ei päässyt rakentamaan konetta niin, kuin oli alussa suunniteltu. Se olisi ollut erittäin hyvä kokemus.

Opinnäytetyö on 12 opintoviikon laajuinen, joka vastaa hyvin projektin laajuuteen. Niistä kolmasosa käytettiin dokumentointiin.

Lahdessa 17.4.2006

Lahden ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

LAPPALAINEN, ANATOLI: Ansaskoneen loppupään suunnittelu

Mekatroniikan opinnäytetyö, 27 sivua, 4 liitesivua
Kevät 2006

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö käsittelee ansaskoneen loppupään automatisointia Peikko Finland Oy:ssä. Projektin tarkoituksena oli vapauttaa käyttäjän ansaiden pakkaamiseen käyttävää aikaa. Näin ansaskoneen käyttäjä pystyy suorittamaan muita tuotantotehtäviä koneen toimiessa ilman häiriöitä.

Ansaskoneen loppupään automatisointi suoritettiin suunnitteleamalla laite, joka pystyy vapauttamaan käyttäjän ansaiden niputuksesta, nippujen sitomisesta sekä mahdollisesti nippujen lavalle kasaamisesta. Projektissa on mietitty, kuinka se voidaan toteuttaa. Tuotoksena on kaksi täysin erilaista vaihtoehtoa. Toisessa on panostettu mekaniikkaan, toisessa lineaarirobotteihin.

Yritys hyväksyi lineaaritekniikkaan perustuvan laitteen, joka tehtiin H-metallin ja opinnäytetyötekijän yhteistyönä. Sen etu ensimmäiseen versioon verrattuna on käyttäjän vapautus ansaiden pakkauksessa. Vaikka toisen version laitteen hinta on selvästi ensimmäistä korkeampi, se ei ollut pääkriteerinä ratkaisua valittaessa.

Siitä huolimatta, että päätös laitteen rakentamisesta H-metallin ja tekijän yhteisen ratkaisun pohjalla tehtiin marraskuussa ja H-metalli lähetti virallinen tarjouksen koneen rakentamisesta Peikko Finland Oy:lle, lopullinen ratkaisu laitteen rakentamisesta venyi. Samalla H-metallilta on tullut ehdotuksia ansaskoneen alkupään toiminnon parantamiseksi. Näin päätöksenteko siirtyi keväeseen.

Asiasanat: ansas, niputus, sitomakone

Lahti University of Applied Sciences
Faculty of Technology

LAPPALAINEN, ANATOLI: Design of ties machine end

Bachelor's Thesis in Mechatronics, 27 pages, 4 appendices

Spring 2006

ABSTRACT

The objective of the study was the automation of a ties machine end at Peikko Finland Ltd. The aim was to free machine operator from packing the ties so that he can perform other tasks while the machine is working without distractions.

The automation of the ties machine end was realized by designing a device that bunches straps and loads the ties on to a platform. During the project there were different alternatives under consideration concerning the construction of specific parts of the machine and the whole device as well. Eventually, there remained two alternatives; one that operates mechanically and another that utilizes linear robotics.

The company accepted the device based on linear robotics, which was designed in co-operation with H-metalli. Its advantage compared with the first version is that it frees the machine operator completely from packing the ties. Even though the price of the second version was clearly higher, it was not an issue when choosing this solution.

Words on the subject: tie, bunching, strapping machine

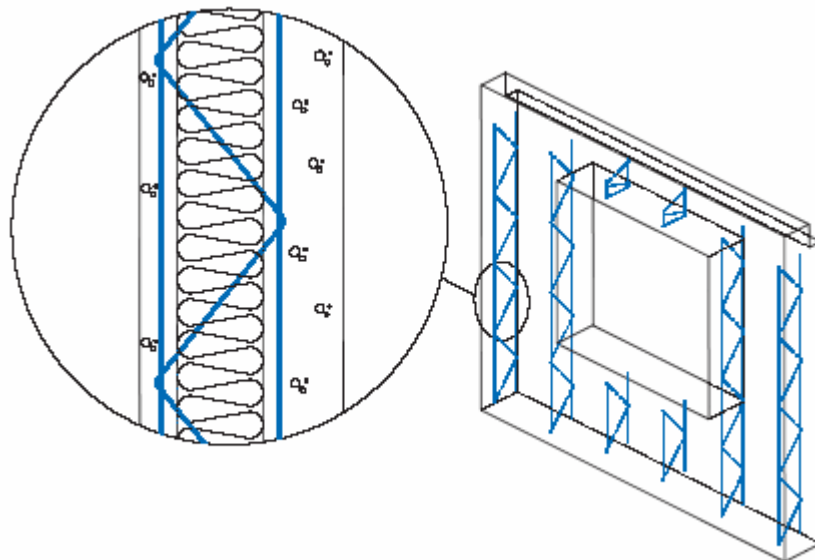
SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 YRITYKSEN ESITTELY	3
3 SUUNNITTELUN LÄHTÖTIEDOT	5
4 SUUNNITTELUN TAVOITTEET	8
5 PROJEKTISUUNNITELMA	9
6 SUUNNITTELIJA JA SOLIDWORKS-OHJELMA	10
6.1 Suunnittelijan apuvälineiden kehitys	10
6.2 SolidWorks-ohjelma suunnittelutöissä	11
7 RATKAISUN SUUNNITTELU	13
7.1 Yleistä	13
7.2 Ensimmäisen version suunnittelu	14
7.3 Toisen version suunnittelu	19
8 INVESTOINTILASKELMA	22
8.1 Yleistä	22
8.2 Investoinnin lähtötiedot	23
8.3 Laskelmat	24
9 ANSASKONEEN YMPÄRISTÖN MALLINNUS	25
10 RATKAISU	25
11 YHTEENVETO	26
LÄTEET	27
LIITTEET	27

1 JOHDANTO

Peikko Group valmistaa erilaisia betoniraidoitustuotteita. Ansa on alun perin Peikko Finland Oy:n ensimmäinen tuote, ja sitä valmistetaan edelleen. Ansaat ovat sideraidoitteita, jotka liittävät sandwich-elementin kuoret toisiinsa. Opinnäytetyössä kehitettävällä ansakoneella valmistetaan diagonaaliansaita, jotka mahdollistavat elementin kuorien välille yhteistoiminnan ja sitä kautta sandwich-elementille suuren puristuskestävyyden.

Ansaat asennetaan tuoreeseen betonimassaan vuorotellen eristekaistaleiden kanssa (KUVIO 1). Näin varmistetaan ansaan kunnollinen ankkurointi alempaan kuoreen. Ansaista ei saa painaa eristeen läpi. Ansaan tulee ulottua eristekerroksen yläpuolelle suunnitellun ankkurointisyvyyden verran (yleensä 25 mm). Lämpöeriste asennetaan ansasta vasten siten, että ansaan kohdalle ei jää ilmarakoa. Ulkopaarteessa on keltainen maalimerkki tunnistamisen helpottamiseksi. Ruostumaton parre on tarkoitettu elementin ulkokuoreen. (Peikko Group 2006.)



KUVIO 1. Ansaiden asennus (Peikko Group 2006)

Valmistukseen käytettävä laitteisto on kehittynyt pikkuhiljaa. Tilaaja on suunnitellut, että sen kehitys jatkuu edelleen. Kehitystyön päätavoitteena on loppupään automaation lisääminen ja mahdollisesti koneen uudelleen sijoittelu. Kone toimii muuten suhteellisen automaattisesti, paitsi loppupäässä käyttäjä joutuu niputtamaan ansaat käsin.

Ansaskoneen kehitystyön takia tilaaja toivoo ansaskoneen loppupään automatisointia, muutokseen tarvittavat kuvat ja tiedot ja ansaskoneen ympäristön mallinnusta (layout) sekä kannattavuuslaskelmia. Tilaajan toivomuksesta projekti on salainen.

Opinnäytetyö etenee opinnäytetyösuunnitelman mukaan. Tällä tavoin työ pidetään hallinnassa ja mahdolliset muutokset kontrollissa. Työn etenemisestä on vastuussa opinnäytetyöntekijä.

2 YRITYKSEN ESITTELY

Peikko Finland Oy on perustettu Lahdessa vuonna 1965. Yrityksen logo on esitetty kuviossa 2. Yrityksen ensimmäinen tuote oli ansas. Alussa sitä valmistettiin käsin hitsaamalla. Nykyään sen valmistus suoritetaan koneella.

Yritys koko ajan kasvoi, ja siitä tuli Peikko Group -konserni, jonka emoyhtiö on Peikko Finland Oy. Vuonna 2001 DELTA-Beams Oy:stä tuli yrityksen tytäryhtiö. Konsernilla on tytäryhtiöt myös Ruotsissa, Norjassa, Saksassa, Slovakiassa ja Espanjassa sekä jälleenmyyjä useissa Euroopan maissa. Peikon tuotantolaitokset sijaitsevat Lahdessa, Waldeckissa Saksassa sekä Kralovassa Slovakiassa. (Peikko Group 2006.)



KUVIO 2. Yrityksen logo (Peikko Group 2006)

Nykyään Peikko Finland Oy on betonirakenteiden liitostekniikan edelläkävijä. Peikko® -tuotteet ovat kiinnitystuotteita betoniin. Niiden käyttöalue ulottuu betoni- ja teräsrunkojen liitoksista kone- ja laiteperustuksiin. Peikko Finland Oy on pohjoismaiden johtava betonirakenteiden liitososia valmistava yritys. (Peikko Group 2006.)

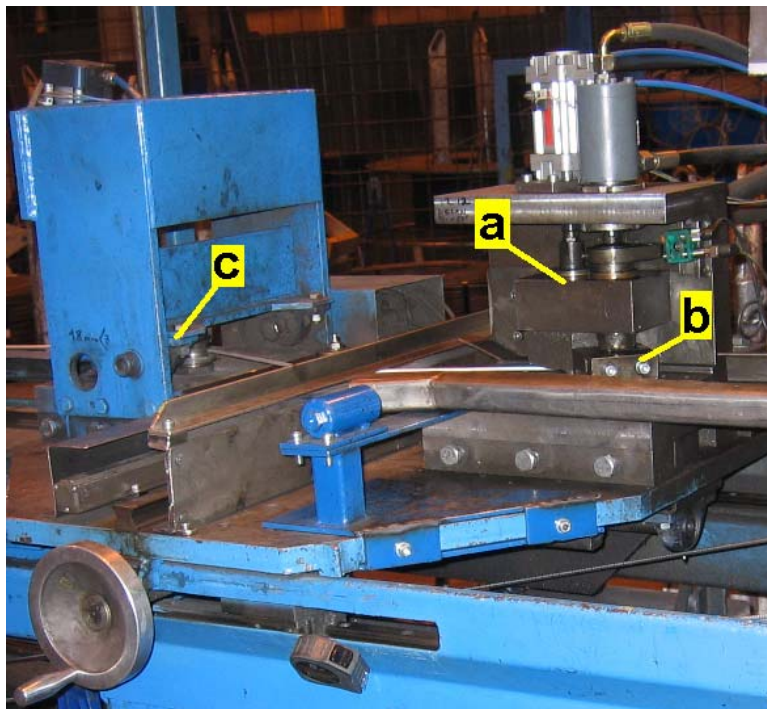
Deltabeam® betonoitavat liittopalkit liittävät ontelolaatat, liitto- ja kuorilaatat tai paikalla valun yhtenäiseksi, kantavaksi rakenteeksi. Matalia rakenteita on toteutettu Deltapalkin avulla monissa kohteissa, mm. pysäköintitaloissa,

lentoterminaaleissa, sairaaloissa, toimistorakennuksissa, oppilaitoksissa ja ostoskeskuksissa. (Peikko Group 2006.)

Konsernin liikevaihto tulee tänä vuonna kasvamaan yli 20 %, joten se ylittää 40 milj. euroa. Myös yhtiön henkilöstömäärä on kasvanut Suomessa viimeisen kahden vuoden aikana yli 70 työntekijällä. Viime vuosina Lahden tehtailla tehdyt lisäinvestoinnit ja tuotannon muut lisäykset eivät ole kuitenkaan riittäviä suhteessa tuotteiden kysynnän kasvuun. Nyt päätetyt uudet investoinnit Saksassa ja Slovakiassa vahvistavat Peikko Groupin asemaa johtavana eurooppalaisena betoniin asennettavien kiinnitysosien valmistajana. (Peikko Group 2006.)

3 SUUNNITTELUN LÄHTÖTEIDOT

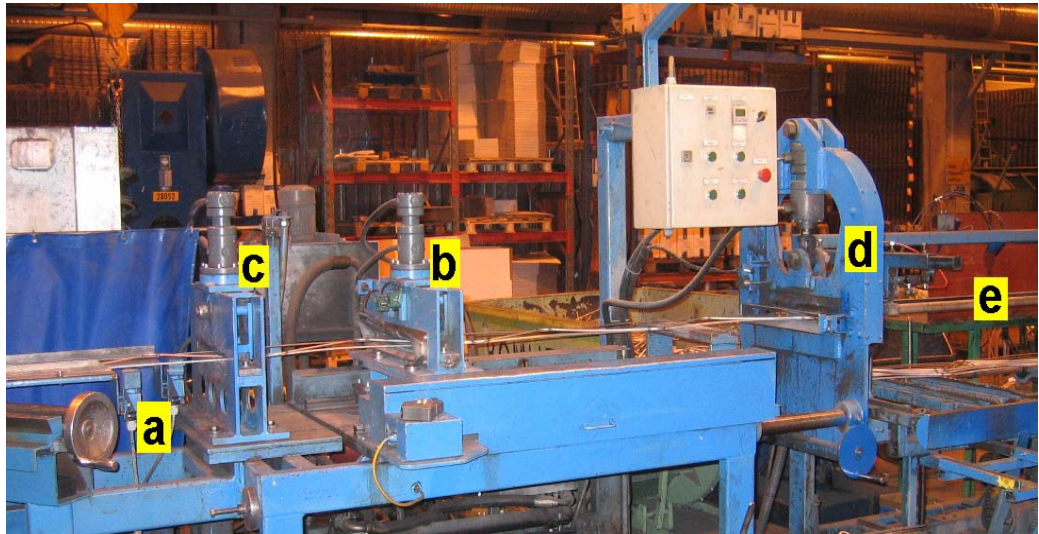
Ansaskone toimii sähköllä, pneumatiikalla ja hydraulikalla. Vapaasti liikkuvista keloista ja kiepistä tulee langat ansaskoneelle. Keskilanka menee solmurajan läpi. Langat menevät kiepiltä ja keloilta itse laitteelle, jossa ensimmäiseksi laite oikaisee langat oikaisurullien avulla. Siirtotarttujat vetävät lankoja koneeseen. Seuraavaksi tapahtuu keskilangan venytys ja muotoilu. Tuurnatappi (kuvio 3 a) laskee alas, toinen venytystartunta (kuvio 3 b) sulkeutuu ja venytyssylinterin liike (eturaja) alkaa. Työliikkeen aluksi lanka juoksee vapaasti, asetetun matkan (väliraja) jälkeen myös ensimmäinen venytystartunta (kuvio 3 c) sulkeutuu ja lanka venyy lopulliseen muotoonsa. Sylinterin palautusliikkeen aikana tuurnatappi nousee ylös ja venytystartunnat aukeavat.



KUVIO 3. Venytyssystemi

Seuraavassa vaiheessa muotoiltu keskilanka hitsataan kiinni paarrelankoihin vastushitsauslaitteilla. Hitsausvaiheen jälkeen laitteessa on anturit (kuvio 4 a), jotka tarkkailevat paarteiden eheyttä ja asemaa. Näiden jälkeen on siirtotarttuja (kuvio 4 b), joka kuljettaa koko ansasta eteenpäin. Välipuristin (kuvio 4 c) pitää

ansasta paikoillaan siirtotarttujan paluuliikkeen aikana. Seuraavana oleva leikkuri (kuvio 4 d) katkaisee ansaan ohjelmassa määriteltyyn määrämitta.



KUVIO 4. Vetomekanismi

Heti katkaisun jälkeen vastaanottokiskot (kuvio 4 e) aukeavat ja valmis ansas putoaa pöydälle niputusvasteiden väliin. Kun pöydälle on kertynyt laskuriin asetettu määrä ansaita, niputusvasteet siirtyvät alas ja siirtokuljetin siirtää nipun pöydän toiseen laitaan (rajakytkimelle asti). Käyttäjä sitoo ja nostaa valmiin nipun pöydältä lavalle. Mikäli ensimmäistä nippua ei ole poistettu toisen nipun tullessa täyteen, kone pysähtyy odottamaan.

Koneella valmistetaan kolme ansaan tyyppiä:

- PD-ansas
- PDR-ansas
- PDM-ansas.

PD-ansaan toisen paarteen materiaali on ruostumaton teräs (B600KX) ja toisen on mustarauta (B500K). PDR-ansaan molemmat paarteet ovat ruostumattomasta teräksestä. Sen sijaan PDM-ansaan paarteet ovat mustaraudasta.

Lisäksi ansaat erotetaan pituuden ja leveyden mukaan. Pituuden mukaan ansaat ovat 450 - 3300 mm. Leveys vaihtelee 120 - 260 mm. Joskus asiakas voi tilata omilla mitoillaan ansasta, jos siitä pystytään valmistamaan koneella.

Käyttäjä nostaa ansaat aputasolle järjestäen nipun samalla limittäin turvaohjeiden mukaisesti eli ensimmäinen ansas lähemmäs käyttäjää, toinen kauemmas ja kolmas taas samalle tasolle ensimmäisen kanssa. Tällöin tulee pienikokoinen ja turvallinen nippu.

Sen jälkeen nippu sidotaan kolmella rautalangalla ja nostetaan lavalle. Lavan valinta (EUR/FIN) tehdään siten, että pinot mahtuvat sille sopivasti rinnakkain. Tarvittaessa lava voidaan sijoittaa poikittain nippujen alle.

Ansaan tyyppien mukaan lavalla olevasta pinosta maalataan ruostumattomien paarteiden molemmat päät keltaiseksi (PD-ansaissa toinen (ruostumaton) paarre, PDR-ansaissa molemmat, PDM-ansaissa ei kumpikaan). Sen jälkeen lavaan maalataan sprayllä tuotteen nimike, minkä jälkeen lava sidotaan neljällä rautavanteella (kuvio 5). Lavat, joilla PDM-ansaat ovat, muovitetaan ennen varastointia.



KUVIO 5. Valmis lava

4 SUUNNITTELUN TAVOITTEET

Asiakkaan tavoitteena on saada tekninen ratkaisu ansaskoneen loppupään automatisoimiseksi, sen toteutukseen liittyvät piirustukset ja tiedot, mallinnus koneen ympäristöstä (layout) sekä muutosten kannattavuuslaskelmat.

Mallinnuksessa käytetään SolidWorks 2004 -ohjelmaa.

Asiakas toivoo, että koneen muutosten seurauksena vapautuu koneen käyttäjän ansaiden pakkaamiseen käyttävää aikaa. Muutoksiin tarvittavan kustannuksien ja vapautetun ajan pohjalla tehdään laskelmia siitä, kuinka nopeasti kone maksaa itsensä takaisin. Tämän perusteella asiakas päättää muutosten kannattavuudesta. Toinen kriteeri on suunnitellun koneen toimivuus ja luotettavuus. Asiakkaan toiveena on saada kannattavuuslaskelmia sellaisessa muodossa, että tulos muuttuisi lähtötietojen muuttuessa. Ohjaajan kanssa on päätetty, että laskelmia tehdään Excel-ohjelmassa käyttämällä erilaisia funktioita. Projekti määritettiin salaiseksi.

Projektista tuotetaan seuraava dokumentointi:

- ratkaisun 3D-malli SolidWorks-ohjelmalla
- laskelmia koneen muutosten kannattavuudesta ja sekä paperillinen versio että Excel-dokumentti
- ansaskoneen alueen layout SolidWorks-ohjelmalla.

5 PROJEKTISUUNNITELMA

Kesän 2005 aikana työnantajan kanssa asetettiin opinnäytetyön aloituspäiväksi 19.9.2005. Alustavasti sovimme, että viikon 41 mennessä esitellään projektin periaateratkaisu ja 28.10.2005 sen kaikki kuvat ja teknisen ratkaisu ovat valmiita. Projektisuunnitelmaan on tullut kuitenkin merkittäviä muutoksia projektin aikana. Syynä oli se, että tilaajan kanssa oli päätetty kytkeä projektiin yritys, joka neuvoisi suunnittelijan työn etenemisessä ja rakentaisi suunnitellun laitteen. Alla olevassa taulukossa on projektisuunnitelma, joka oli laadittu projektin keskivaiheessa.

TAULUKKO 1. Projektin aikataulu

Lahden ammattikorkeakoulu Tekniikan laitos														Opinnäytetyö Aikataulu									
		Syyskuu		Lokakuu				Marraskuu				Joulukuu		Tammikuu			Helmikuu						
Tehtävät		38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5	6	7
1	Käynnistys	■																					
2	Suunnitelma	■	■																				
3	Aikataulutus	■																					
4	Suunnittelu			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
5	Mallinnus			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
6	Kannattavuuslaskelmat								■	■	■	■	■	■	■								
7	Alueen layout											■	■	■	■								
8	Raportin tekeminen												■	■	■			■	■	■	■	■	■
9	Työn tarkastus																			■	■	■	■
10	Tekniset korjaukset																					■	■

Laite on tarkoitus rakentaa ja ottaa käyttöön kesän 2006 mennessä.

6 SUUNNITTELIJA JA SOLIDWORKS-OHJELMA

6.1 Suunnittelijan apuvälineiden kehitys

Suunnittelija on se henkilö, joka päättää suurimman osan (noin 80 %) tuotteen valmistuskustannuksista. Toisaalta hän on myös avainasemassa tuotteen laadun ja käyttöarvon luomisessa, jolloin hän vaikuttaa myös siihen hintaan, jonka markkinat ovat tuotteesta valmiita maksamaan. Tätä kautta siis suunnittelija itse asiassa pitkälle päättää myös siitä kuinka suuri kate tuotteella saadaan aikaan. (Hietikko 2005, 11.)

Mitä myöhemmässä vaiheessa tuotteen valmistusprosessia tulee vastaan muutostarpeita, sitä enemmän muutokset maksavat. Sen vuoksi on erittäin tärkeää huomioida valmistus ja kokoonpano projektin varhaisessa vaiheessa. (Hietikko 2005, 11.)

Vielä 1970-luvulla mekaniikkasuunnittelu tapahtui käsin piirtämällä. Suunnitteluosastot olivat piirustuskonttoreita, joita hallitsivat kalteviin asentoihin kallistetut piirustuslaudat pitkine viivaimineen. Pääsuunnittelijoiden piirustuspöydälle hahmottuivat koneiden ja laitteiden kokoonpanopiirroksat, joista nuoremmat insinöörit kävivät hankkimassa omiin osapiirroksiin tarvitsemansa tiedot. (Hietikko 2005, 9.)

Tietokoneita oli käytettävissä jo silloin erilaisiin mallinnustehtäviin, mutta jokaisen suunnittelijan käyttöön se tuli vasta 1980-luvun alussa, jolloin markkinoille tulivat ensimmäiset henkilökohtaiset PC-tietokoneet. Alkuvaiheessa suunnitteluohjelmilla pyrittiin matkimaan piirustuslaudan käyttöä. Piirtäminen tapahtui kaksiulotteisessa maailmassa, ja projektiot piirrettiin erillisinä ilman kytkentää toisiinsa. Periaatteessa osapiirustukset voitiin siirtää kokoonpanoihin kopiaimalla, mutta samalla katkesi yhteys niiden väliltä ja mahdollinen muutos oli pahimmillaan tehtävä sekä osapiirroksen että kaikkiin niihin kokoonpanopiirroksiin, joissa osaa oli käytetty. (Hietikko 2005, 9.)

Ensimmäinen aidosti kolmiulotteinen ohjelmisto oli CATIA, jonka ensimmäinen versio näki päivänvalon vuonna 1982, noin viiden vuoden kehittämistyön jälkeen (Hietikko 2005, 9).

6.2 SolidWorks-ohjelma suunnittelutöissä

SolidWorks Corporation on perustettu vuonna 1993. Yhtiön pääkonttori on Bostonissa, Yhdysvalloissa ja Euroopan yksikkö Vitrollessa, Ranskassa. SolidWorks-ohjelman ensimmäinen versio on tullut markkinoille vuonna 1995. Se oli ensimmäinen Windows-pohjainen, kolmiulotteinen ja piirrepohjainen tilavuusmallintaja. Vuonna 2003 tehdyn tutkimuksen mukaan 10 % 3D-mekaniikkasuunnittelusta tehtiin SolidWorks-ohjelmalla. Nykyään se on CAD/CAM-sektorin nopeimmin kasvava yritys (Hietikko2005, 10).

SolidWorks-ohjelma on kehitetty mekaniikkasuunnittelun ja muotoilun tarpeisiin. Se käsittää osa-, pinta- ja kokoonpanomallinnuksen sekä ohutlevytoiminnot. Suunnittelua tukevat erikoissovellukset, kuten tiedonhallinta, lujuuslaskenta, työstöohjelmistot, komponenttikirjastot jne., tulevat SolidWorks kumppaniyrityksiltä, jotka ovat integroineet ratkaisunsa saumattomasti SolidWorks-käyttöliittymään. Tällaisia kumppanisovelluksia on mahdollistaa liittää järjestelmään tarpeen mukaan. Ohjelman ansiosta tuotteesta tehtävien prototyyppien tarve vähennee oleellisesti. Tuotteen valmistusprosessi lyhenee, ja se tulee entistä nopeammin markkinoille. Kaikki malliin, kokoonpanoon, piirustuksiin tai osaluetteloon tehdyt muutokset päivittyvät aina automaattisesti. Piirustukset ja osaluettelot tulevat suunnittelun sivutuotteena niin kuin räjäytyskuvatkin.

Animator-lisäohjelman avulla on mahdollista tehdä animaatio. Sen avulla voidaan havainnollistaa koneen toiminta esimerkiksi henkilöille, joilla ei ole teknillistä koulutusta.

Toinen viime aikoina suosiota saanut lisäohjelma on lujuuslaskentamoduuli COSMOSXpress. Kappaleen analysointi suoritetaan Wizard-tyyppisen käyttöliittymän avulla. Analyysia varten on määritettävä tarvitsevat parametrit, kuten materiaali, tuennat ja kuormitukset. Tuloksena saadaan varmuuskerroin, muodonmuutokset ja jännitykset.

SolidWorks toimii yhdessä monien CAM-ohjelmien kanssa, esimerkiksi MasterCAM, SurfCAM, EdgeCAM, AlphaCAM ja PowerMill.

Laserleikkauksessa tai koneleikkauksessa ohutlevyosien työstötiedot on mahdollista siirtää suoraan konekielisenä työstökeskukseen. Ohjelma mahdollistaa tehokasta 3D-mallitiedostojen ja piirustusten siirtoa muista CAD-ohjelmista ja toisinpäin.

Ilmainen Viewer-katseluohjelma antaa mahdollisuuden tarkastella malleja ja piirustuksia. eDrawings-moduuli mahdollistaa vielä syvällisemmän yhteistoiminnan yhteistyökumppanille Internetin välityksellä. Ohjelma on helppo oppia ja käyttää. Siitä todistavat erilaiset puolueettomat testit ja vertailut.

7 RATKAISUN SUUNNITTELU

7.1 Yleistä

Vaikka luvussa 4 puhutaan ansaskoneen loppupään automatisoinnista ja sen toiminnan kehittämisestä, käytännössä ongelman ratkaisemiseksi on keksittävä täysin uusi laite. Mikään olemassa olevista koneista tai roboteista ei sovi suoraan ongelman ratkaisuksi. Opinnäytetyöntekijälle kone ja sen toiminta on hyvin tuttu, koska sillä on tehty työtä kesän aikana. Myös vuonna 2004 tehty projekti, jonka tarkoituksena oli ansaskoneen työohjeiden tekeminen ja kehitysehdotuksien esittäminen, toi lisää koneen tuntemusta.

Työn ratkaisu voidaan jakaa kolmeen osaan:

- ratkaisuun ansaiden niputuksesta
- ratkaisuun nipun sitomisesta
- ratkaisuun nippujen varastoinnista.

Suunnitellun laitteen kokoon on myös kiinnitettävä huomioita, koska ansaskoneen sijoittelu ja ympäristö eivät anna mahdollisuutta rakentaa liian leveää tai pitkää konetta. Vaikka koneen ympäristöön ja sen sijoitteluun on mahdollista tehdä pieniä muutoksia, silti laitteen kokoon on kiinnitettävä huomiota sen suunnittelussa.

Toisaalta uudelta laitteelta odotetaan taloudellista voittoa. Ratkaisu voi olla hyväksytty toteuttamiseksi, jos se pystyy osittain vapauttamaan koneella työskentelevän työntekijän. Työntekijän kokonaan vapauttamisesta ei puhuta, sillä kone vaatii ohjaajan. Toteutuskelpoiseksi voi tulla myös kone, joka nopeuttaisi tuotteen valmistus. Kaikki yllä mainitut asiat on muistettava ratkaisua suunniteltaessa.

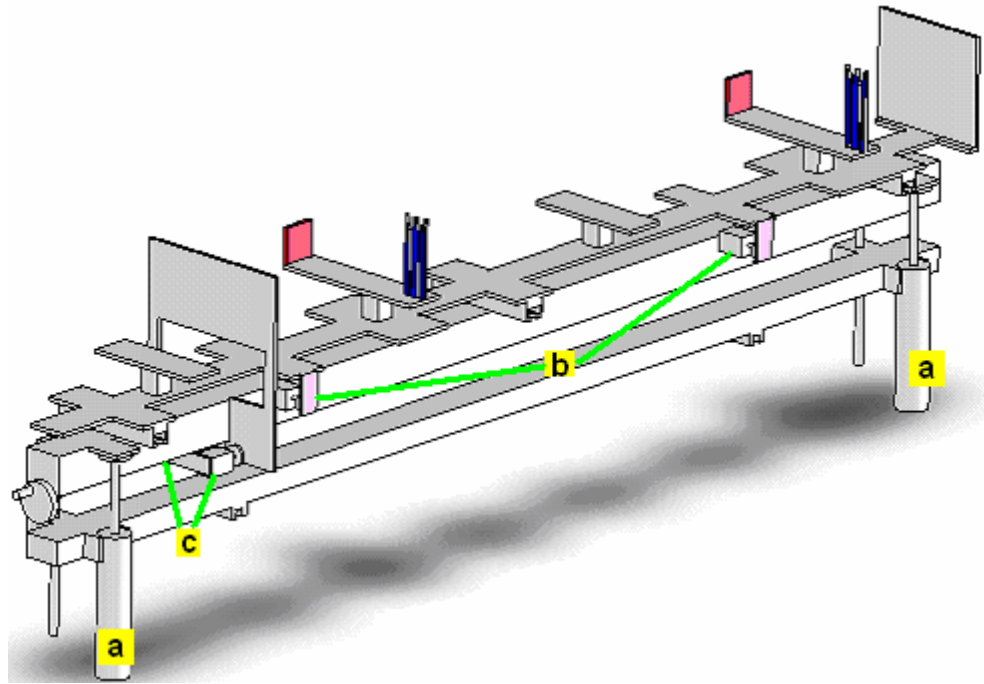
7.2 Ensimmäisen version suunnittelu

Laitteen suunnittelussa on löydettävä ratkaisut ansaiden niputukseen, nippujen sitomiseen sekä niiden varastointiin. Suunnittelija asetti tavoitteeksi myös saada mahdollisimman yksinkertainen ja toiminnaltaan luotettava laite. Näin panostettiin enemmän mekaniikkaan eikä robottitekniikkaan.

Niputusmekanismia on paljon mietitty kesän aikana. Aika luotettavalta näytti vuonna 2004 ehdotettu w-hahlon ratkaisu ansaiden niputuksesta. Sen mukaan ansaat putoavat vuorotelleen hahloihin eli joka toisen ansaan paarrelanka putoaa toiseen hahloon. Se onnistuu liikuttamalla w-hahloa parilla sentillä sivusuunnassa. Näin nipusta tulee tasainen ja tukeva. Ennen nipun sitomista w-hahlo siirtyy alaspäin jättämällä pöydällä niputukseen valmista nippua. Sitominen samalla paikalla ei kuitenkaan onnistu, joten ennen w-hahlon siirtämistä alaspäin nippu on siirrettävä sivulle niputuspöytään.

Jos käytetään w-hahloa, ansaiden loppupään vastaanottoon ei tule muutoksia, eli ansaat tulevat vastaanottokiskoihin ja mittakatkaisun jälkeen putoavat alas. Kun käytetään w-hahloa, niin nippua ei tarvitse tasoittaa sivusuunnasta. Pituussuunnasta se on kuitenkin tasoitettava. Sen ratkaisemiseksi niputusmekanismiin on lisätty paineilmasylinterillä liikkuva tasoituslevy. Levy tasoittaa nipun pituussuunnassa ennen valmiin nipun siirtämistä sitomapöydälle.

Niputusmekanismiin kuuluu kaksi keskikokoista paineilmasylinteriä (kuvio 6 a), jotka siirtävät vastaanottopöydän alas, kaksi pientä paineilmasylinteriä w-hahlon sivuliikettä varten (kuvio 6 b), kaksi pientä paineilmasylinteriä pituussuuntaista tasoitusta varten (kuvio 6 c). Iso paineilmasylinteri siirtää niputusmekanismin sivulle, jolloin nippu jätetään niputuspöydälle.



KUVIO 6. Niputusmekanismi

Nipun sitomiseksi käytetään automaattista vannekonetta, joka sitoo nipun PP- tai PET-vanteella. Yrityksellä käytetään paljon vanteella sitomista. On tehty testejä ja todettu, että se on käyttökelpoinen ja luotettava tapa.

Alussa oli päätetty käyttää kaksi perusmallista sitomakonetta (kuvio 7), jotka sitoisivat nipun päistä muovivanteilla. Tällaiset sitomakoneet ovat yleisiä. On olemassa puoliautomaattinen ja täysin automaattinen kone. Puoliautomaattisella koneella sitominen suoritetaan painamalla painiketta. Sen sijaan automaattisella sitomakoneella sitominen tapahtuu tunnistamisan turin käskystä automaattisesti. Tavoitteena on vapauttaa käyttäjän sitomiseen tarvittavaa aikaa, joten automaattinen sitomakone sopi tähän paremmin.



KUVIO 7. Automaattinen sitomakone (Pakkauslaite Teollisuus Oy 2006)

Yllä kuvatulla koneella sitominen keskeltä ei onnistu ja kun kyseessä on nippu pitkiä ansaita, se tuo epävarmuutta nipun kasassa pysymiseen. Jos halutaan varmempaa sitomisesta, se on suoritettava jokaisesta päästä kahdesti. Näin myös pitkät ansat tulevat olemaan hyvin kasassa.

Toisaalta tätä sitomisperiaatetta varten niputuspyödyän pituutta pitää säätää, koska ansaiden päiden pitää olla ilmassa sitomisen suorittamiseksi. Tämä ratkaisu näyttää hyvältä, mutta se ei ole riittävän taloudellinen.

Päätettiin siis keksiä toinen mahdollinen ratkaisu nippujen sitomiseksi. Internetistä löytyi sitomakone (kuvio 8), joka mahdollista nipun sitomisen halutuista kohdista aikaisemmin keksityllä sitomapöydällä. Laitteen alkuperäinen käyttökohde on lankakelojen sitominen, mutta sen on mahdollista muokata

ansaiden sitomiseen sopivaksi. Näin myös säästetään rahaa, koska enää ei tarvitse käyttää kahta laitetta, sitominen onnistuu yhdellä sitomakoneella. Koneen siirtäminen onnistuu sähkömoottorilla hihnan välityksenä. Sitomakohdat varustetaan induktiivisilla antureilla.



KUVIO 8. Automaattinen sitomakone (Itipack Strapping Systems2006)

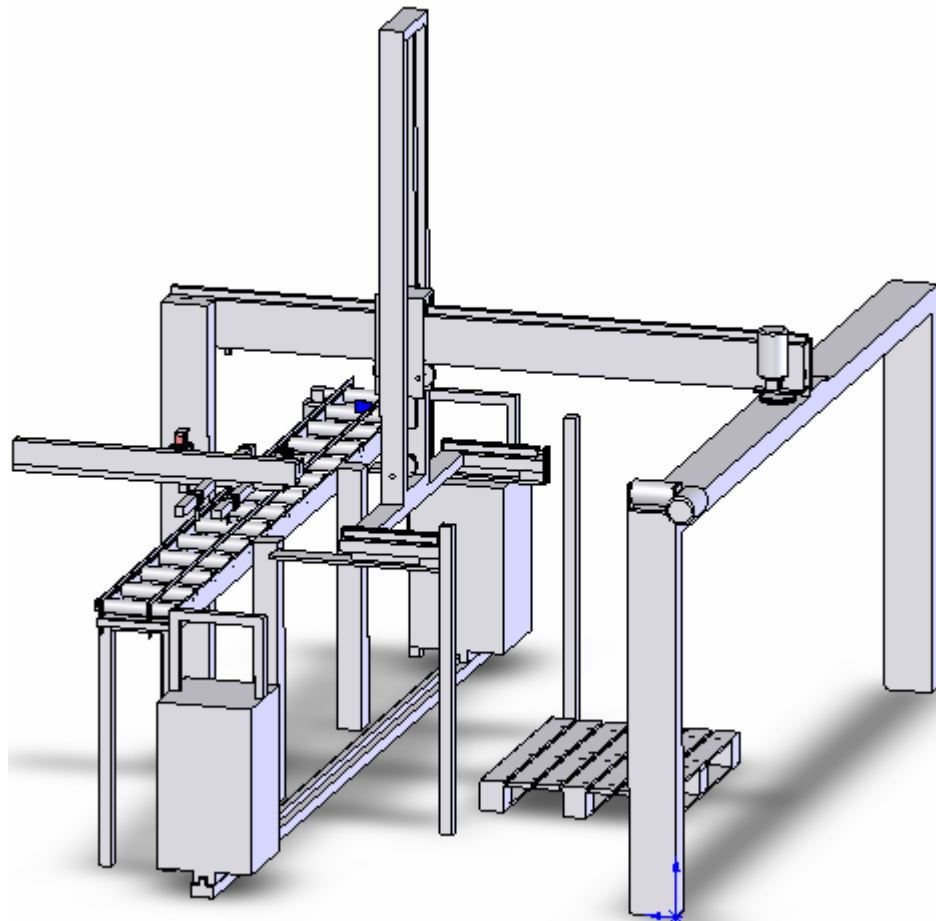
Nippujen varastoinnista on päätetty tehdä nykyistä laajempi. Automaattisesta nippujen siirtämisestä lavalle on päätetty kieltäytyä. Tämän päätöksen syynä oli se, että suunnittelijan mielestä se ei olisi huomattavasti vapauttanut työntekijää. Sen sijaan se olisi huomattavasti nostanut laitteen rakentamiseen tarvittavaa budjettia. Myös suunnittelijan kokemattomuus on vaikuttanut päätökseen. Näin nippujen varasto on suunniteltu kaltevalla olevasta metripituisista rullaradoista. Ansaiden leveydestä riippuen varastoon mahtuu 3 - 7 nippua. Niputusmekanismi työntää valmiin nipun varastoon ja samalla siirtää seuraavan nipun niputuspöydälle sidottavaksi.

Suunniteltu ratkaisu näyttää luotettavalta. Sen rakentaminen on helppoa ja yksinkertaisesti halpaa. Mekaniikkaan panostetun suunnittelun ansiosta laitteen toimivuuden saavuttamiseksi ei tulla tekemään paljon muutoksia.

Laitteen asettaminen ansaskoneen loppupääksi vapauttaisi työntekijän noin 30–40 %:lla. On todettava, että laite saavuttaa tilaajan asetettuihin tavoitteisiin.

7.3 Toisen version suunnittelu

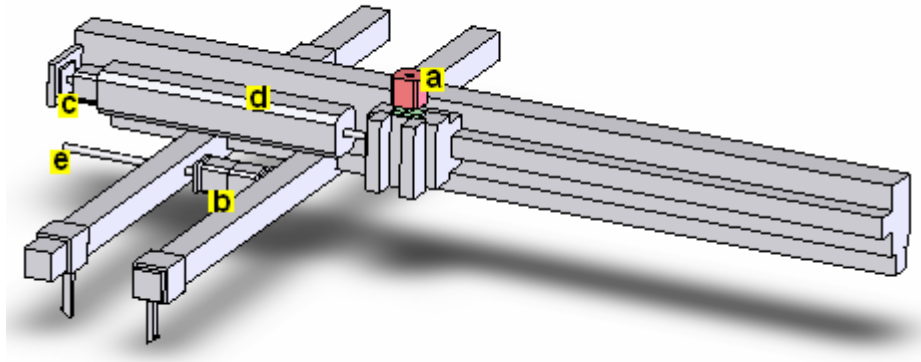
Ensimmäisen version esittely tehtiin silloin, kun projektiin kytkettiin kolmas osallistuja. Se oli suunnitteluyritys H-metalli, jonka toimitusjohtaja on Heimo Lydén. Opinnäytetyöntekijä sai tehtyä animaation suunnitellusta laitteesta, ja se helpotti huomattavasti koneen toiminnan selittämistä. Heimo Lydénin mielestä laitteen suunnittelussa pitää panostaa lineaarirobottitekniikkaan. Palaverissa päätettiin antaa kaksi viikkoa aikaa uuden version esittämiseksi. Tarkoituksena oli suunnitella toinen mahdollinen ratkaisu ansaskoneen loppupään automatisoinnista H-metallin ja opinnäytetyöntekijän yhteistyönä. Alla olevassa kuviossa on suunnitellun laitteen kokoonpanokuva.



KUVIO 9. Laitteen kokoonpanokuva

Toisen version suunnittelu aloitettiin kokonaan alusta. Ansaiden vastaanotoksi suunniteltiin moottorilla varustettu rullakuljetin. Mittakatkaisun jälkeen ansas kuljetetaan toppariin asti. Seuraavaksi ansas siirretään hissiin.

Ansaan siirto suoritetaan koukuilla varustetuilla systeemeillä, johon kuuluu viisi paineilmasylinteriä (kuvio 10). Ensin sylinteri a laskee alas koko niputusmekanismin. Sen jälkeen kaksi paineilmasylinteriä b laukaisevat yhtä aikaa ja ottavat ansaan koukkuihin. Seuraavaksi sylinteri a nostaa systeemi ansaan kanssa ylös. Sylinterin d liikkeen ansiosta ansas siirretään hissille, jolloin sylinterit d vapauttavat ansaan. Joka toinen kertaa ansas siirretään hieman pidemmälle hissille sylinterin c ansiosta. Näin nippu on pienikokoinen ja tukeva.



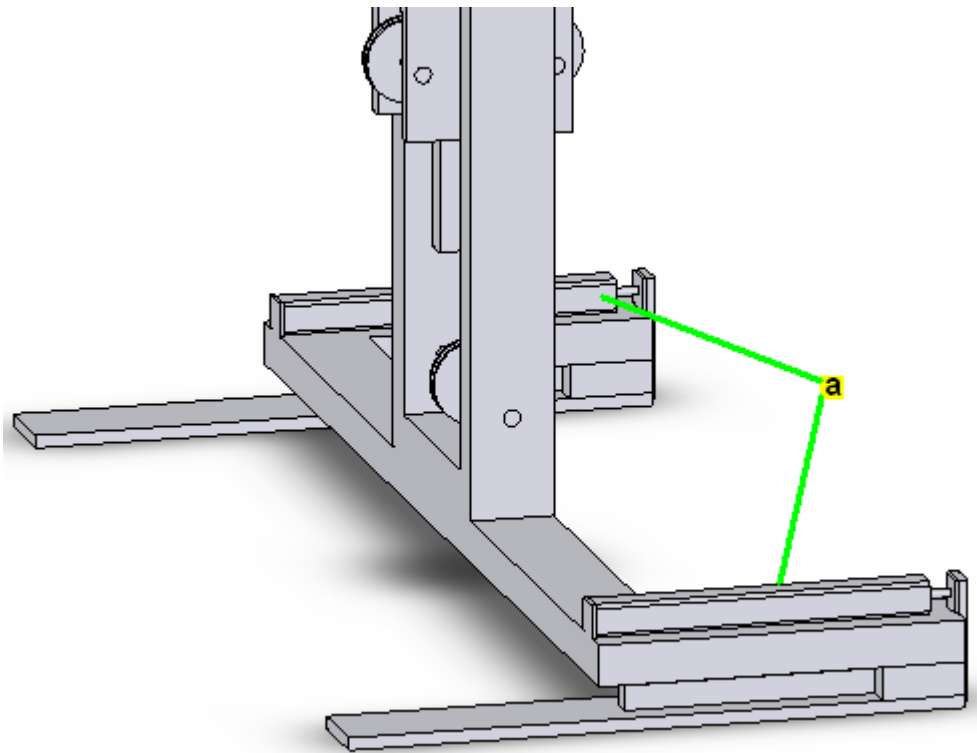
KUVIO 10. Ansaiden siirtomekanismi

Ohuen tangon e ansiosta niputusmekanismi voidaan säätää ansaan leveyden mukaan, jolloin toinen palkki koukkujen kanssa jää paikalle ja toinen siirretään ansaan toisen reunan mukaan.

Jokaisen vastaanoton jälkeen hissi laskee hieman alaspäin. Ansaiden nipun kasaamiseksi jätettiin sama periaate, eli joka toinen kertaa ansas siirretään hissiin pari senttimetriä pidemmälle. Näin nipusta saadaan pienikokoisempi ja tukevampi. Hissi muodostuu kahdesta metallisarvesta.

Nipun täyttyessä tapahtuu sen sitominen. Heimo Lydén ehdotti työntekijän suorittamaan nipun sitominen käsin. Tästä luovuttiin, kun todettiin, että se ei täytä projektille asetettua vaatimusta. Toisin sanoin, se ei vapauta työntekijää.

Nipun sitomiseksi päätettiin käyttää ensimmäisessä versiossa ehdotettua ratkaisua, jolloin sitominen suoritetaan kahdella muovivannekoneella nipun päistä. Pitkistä ansaista olevan nipun sitominen suoritetaan molemmista päistä kahdella vanteella. Sen jälkeen valmis nippu siirretään automaattisesti lavalle. Nippu jätetään lavalle vetämällä hissien sarvet paineilmasylintereillä nipun alta (kuvio 11 a).



KUVIO 11. Hissi

Toisen version suunniteltaessa opinnäytetyöntekijän tehtävänä oli toimia ansaiden valmistusprosessin asiantuntijana, suunnitella H-metallin yhteistyössä ansaskoneen loppupään ratkaisu ja piirtää kaikki tarvittavat 3D-kuvat. Version esitystä varten oli laadittu myös animaatio laitteen toiminnasta.

Suunniteltu laite on monimutkaisempi ja kalliimpi kuin ensimmäisen version ratkaisu. Se tuo ansaiden valmistusprosessiin teknistä kehitystä. Tässä versiossa on enemmän ratkaisemattomia yksityiskohtia, joiden selvittäminen H-metallin mielestä on turha lähteä selvittämään ennen laitteen rakentamiseen liittyvää sopimusta. Laitteen rakentaminen ja sen viritys toimivaksi koneeksi näyttää vaikeimmalta. Toisaalta laitteen ansiosta työntekijän aikaa säästetään huomattavasti enemmän. Laskelmien mukaan työntekijän ajan säästö on lähes 60 %.

8 INVESTOINTILASKELMA

8.1 Yleistä

Investoinnit ovat jokaisen yrityksen kehityksen ja jatkuvuuden perusta. Kannattava hanke perustuu aina realistiseen investointilaskelmaan ja järkevään takaisinmaksusuunnitelmaan.

Investointilaskelma on investoinnin pitoajalle ulottuva laskelma. Sillä pyritään selvittämään investointihankkeen edullisuus. Jos toteutusresursseja ei ole paljon, mutta kilpailevia vaihtoehtoja on useita, niiden edullisuusjärjestys selvitetään laskelmin. Laskelmat perustuvat markkinoista, investoinnin aiheuttamista kustannuksista ja tuotoista sekä pääomatarpeesta hankittuihin tai arvioituihin tietoihin. Laskelmien perusteiden selvittäminen pakottaa tutkimaan keinoja investoinnin kannattavuuden ja rahoitusvaikutuksen parantamiseksi. On mahdollista, että toteutettava investointi on erilaisten laskentamenetelmien käytön jälkeen parempi kuin alkuperäinen suunnitelma. Mitä merkittävämmästä hankkeesta on kysymys, sitä enemmän tiedonkeruuseen on panostettava. Yritys voi kehittää itselleen sopivia apuvälineitä, kuten erilaisia lomakkeita ja tarkistuslistoja, kattavan tiedonkeruun ja -käsittelyn varmistamiseksi. (Neilimo 1997, 11.)

Yleensä käytetään seuraavia investointimenetelmiä:

- nykyarvomenetelmää
- annuiteettimenetelmää
- sisäisen korkokannan menetelmää
- pääoman tuottoastemenetelmää
- takaisinmaksuajan menetelmää.

On selvittävä, minkä ajan kuluessa investoinnin yhteenlasketut nettotuotot ansaskoneen loppupään automatisoimiseksi ylittävät perushankintakustannuksen. Tällainen laskelma pystytään laskemaan takaisinmaksuajan menetelmällä.

Takaisinmaksuajan menetelmä ei osoita investoinnin kannattavuuskustannuksia vaan rahoitusvaikutuksia, koska se ei ota huomioon tapahtumia takaisinmaksuajan jälkeen. Menetelmä suosii investointeja, joissa sidottu pääoma saadaan nopeasti takaisin. Sitä voidaan käyttää yhtenä valintakriteerinä tukemaan muiden menetelmien tuloksia ja osoittamaan juuri investoinnin rahoitusvaikutusta.

8.2 Investoinnin lähtötiedot

Peikko Finland Oy:ltä on saatu seuraavat lähtötiedot:

- Työntekijän tuntipalkka on 25 euroa.
- Työtä tehdään kolmessa vuorossa.
- Tarkastusaika on vuosi.
- Työntekijän ajan vapautus on 50 %.
- Investointitarve on 40 000 euroa.

Laskelmissa huomioidaan vuoden korko, koska on kysymys rahan sijoituksesta. Tässä tapauksessa koron suuruudeksi otetaan 10 %. Näillä tiedoilla on saatava vastaus siihen, kuinka nopeasti pääoma kertyy takaisin. Tavoitteena on saada rahat takaisin vuodessa.

8.3 Laskelmat

Takaisinmaksuajan laskemiseksi on selvitettävä säästöjen määrä. Kaikki siihen tarvittavat tiedot ovat edellisessä luvussa.

Takaisinmaksuaika lasketaan jakamalla kaikki kustannukset säästöillä.

Laskemalla kustannuksia vuoden koroksi otetaan 10 %.

$$\text{Kustannukset} = 40000 + \frac{40000 \times 10}{100} = 44000 \text{ €}$$

Säästöt lasketaan kertomalla yhden työntekijän vuositulo, työntekijöiden määrä, ajanvapautus sekä tuntipalkka keskenään.

Työntekijän vuositulo lasketaan kertomalla yhden työntekijän tekemä työ sen tuntipalkalla.

$$\text{Vuositulo} = 1600 \text{ tuntia} \times 25 \text{ euroa} = 40\,000 \text{ euroa} / \text{työntekijä}$$

$$\text{Säästöt} = (40\,000 \text{ euroa} \times 3 \text{ työntekijä}) \times \frac{50}{100} \times 25 \text{ euroa} = 60\,000 \text{ euroa}$$

$$\text{Takaisinmaksuaika} = \frac{44000}{60000} = 0,7333 \text{ vuotta eli noin } 8,8 \text{ kuukautta}$$

Laskuista nähdään, että ansaskoneen muutosten takaisinmaksuaika annetuilla lähtöarvoilla on alle 9 kuukautta.

Tilaaajalle palautetaan myös Excel-ohjelmassa tehdyt takaisinmaksuajan laskelmat. Lähtöarvojen muuttaminen muuttaa automaattisesti laskelmien tuloksia.

9 ANSASKONEEN YMPÄRISTÖN MALLINNUS

Ympäristön mallinnus on tärkeä apuväline, kun suunnitellaan tilan muutoksia. Sen avulla voidaan esimerkiksi nopeasti ja vaivattomasti tarkistaa ja mitoittaa käytettävissä olevan vapaan tilan suuruus.

Ansaskoneen ympäristö on muuttunut viime aikoina huomattavasti yrityksen kasvun takia. Firmassa harkitaan työtilan tehokkaampaa käyttöä, joten koneiden sijoitteluun voi jatkossakin tulla muutoksia.

Ansaskoneen loppupään suunnittelussa pitää erityisesti huomioida sen mahdollinen koko. Kuten oli jo mainittu, sen koko ei voi paljon poiketa nykyisestä mallista. Näin kaikki mahdolliset ratkaisut on tarkistettava niiden sopimisesta käytettävissä olevaan tilaan.

10 RATKAISU

Marraskuun alussa pidettävässä palaverissa päätettiin, että ansaskoneen loppupää rakennetaan H-metallin ja tekijän yhteisen ratkaisun pohjalla. H-metalli lähetti virallisen tarjouksen koneen rakentamisesta Peikko Finland Oy:lle. Alussa luultiin, että yritys tekee päätöksen muutamassa viikossa, mutta ratkaisun tekeminen venyi. Samalla H-metallilta on tullut myös ehdotuksia ansaskoneen alkupään toiminnon parantamiseksi. Näin päätöksenteko siirtyy kevääseen, joten opinnäytetyöntekijän puolesta projekti on ohi.

11 YHTEENVETO

Projekti ansaskoneen loppupään automatisoinnin suunnittelu onnistui hyvin. Kaikki asetetut tavoitteet saavutettiin. Ensimmäisenä tavoitteena oli ratkaisun 3D-mallin tekeminen. Tuloksena on kaksi versiota ansaskoneen loppupään ratkaisusta. Molemmista on tehty animaatio toiminnan selittämiseksi. Laitteen rakentamiseksi hyväksytty versio (toinen versio) on tehty tarkasti, mutta kaikkia yksityiskohtia ei ole suunniteltu loppuun siitä syystä, että H-metallilla ei ollut varaa paljon panostaa projektiin ennen virallisesti tehtyä sopimusta laitteen rakentamisesta. Se tarkoittaa, että ansaskoneen loppupään toteutuksessa voi tulla muutoksia.

Ansaskoneen ympäristön layout (LIITE 1) on tehty ilman mitään ongelmia. Siitä on ollut myös hyötyä toisen version suunnittelussa, kun suunniteltu laite tarkastettiin työympäristöön sopivaksi. Myös laitteen loppupään muutosten kannattavuudesta on tehty selkeät laskelmat työantajalta saatujen tietojen pohjalla, jotka helpottavat päätöksen tekemistä. Myös vaatimus laskelmien muunneltavuudesta on suoritettu Excel-dokumentissa.

Aikataulua koskeva päätavoite on saavutettu, eli projekti on palautettu ajoissa, vaikka se ei edennyt alkuperäisen aikataulun mukaan. Melkein joka kuukausi aikatauluun tehtiin muutoksia siitä syystä, että projekti on iso ja se vaatii tarkkuutta ja varovaisuutta. Lomani aiheuttivat projektin nopeampaa etenemistä.

Kaikki piirustukset on tehty kolmen ensimmäisen kuukauden aikana. Piirustuksen tekeminen vaati SolidWorks-ohjelman lisää opiskelua, jossa erityisesti oli panostettu animaation tekemiseen. Animaatiosta on tullut erittäin hyödyllinen työkalu, koska sen avulla kaikki palaverissa olevat ihmiset riippumatta koulutuksesta ymmärsivät suunnitellun laitteen toiminnan. Liitteissä 2, 3 ja 4 on ansaskoneen loppupään piirustukset.

LÄHTEET

Hietikko, E. 2005. Tietokoneenavusteinen suunnittelu: SolidWorks. Savonia-ammattikorkeakoulun julkaisusarja.

Itipack Strapping Systems [online]. [viitattu 27.3.2006]. Saattavissa: http://www.itipack.com/uk/index_uk.html

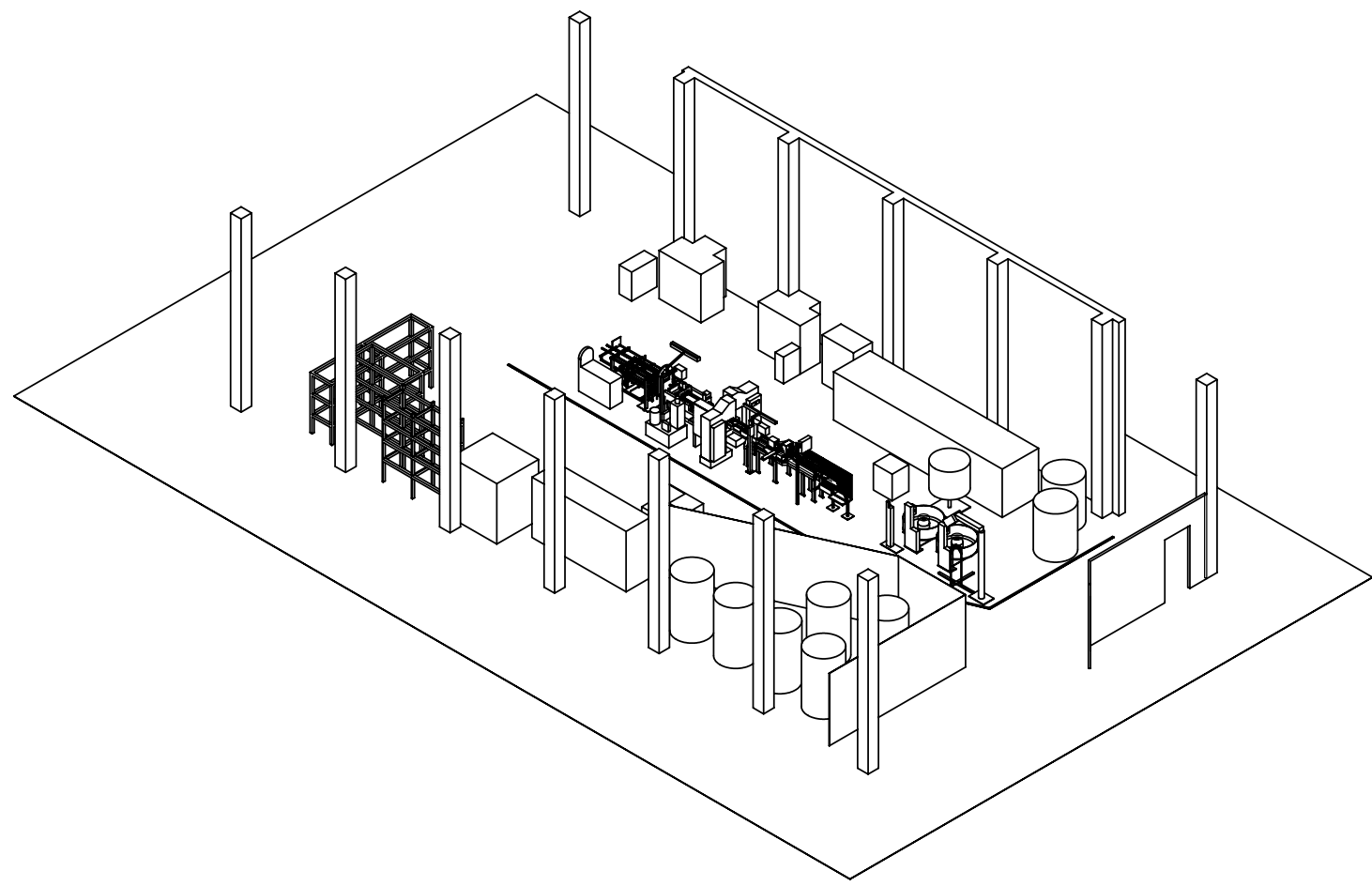
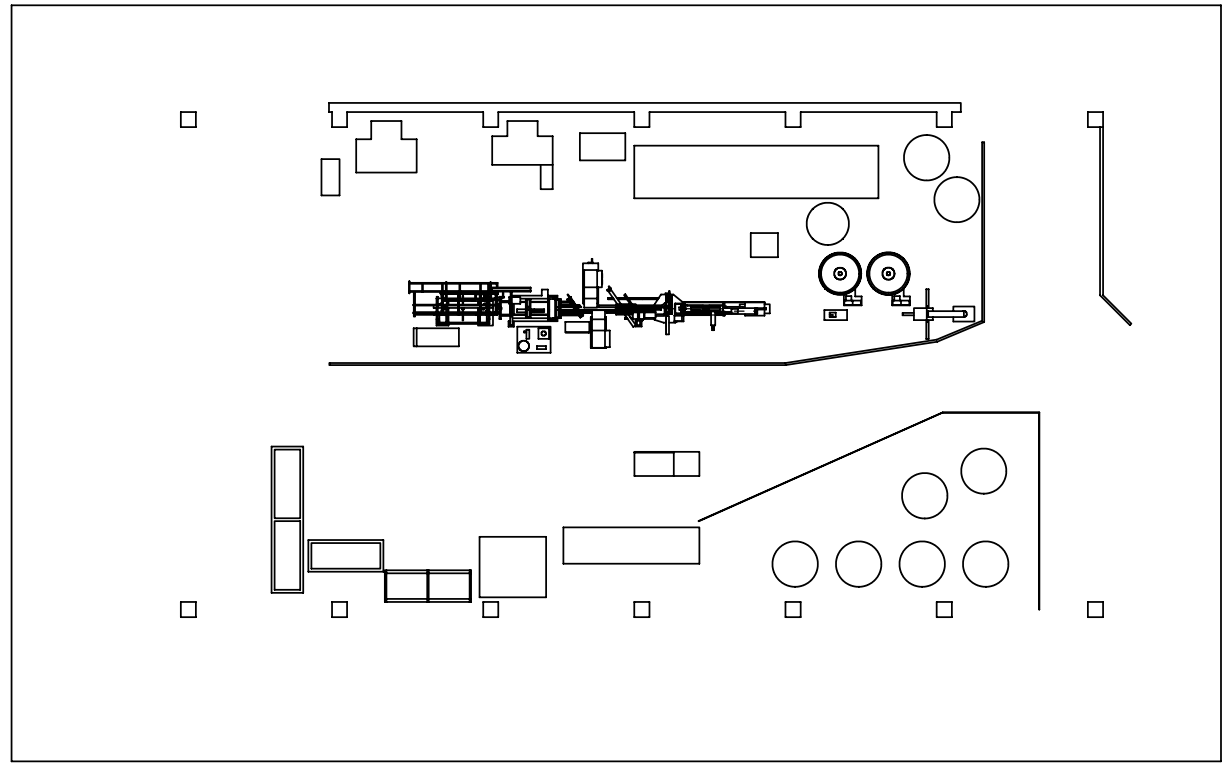
Neilimo, K. 1997. Johdon laskentatoimi. Edita, Helsinki.

Pakkauslaite Teollisuus Oy [online]. [viitattu 27.3.2006]. Saattavissa: <http://www.pakkauslaitteet.com/Extend.htm>

Peikko Groupin kotisivu [online]. [viitattu 17.2.2006]. Saattavissa: <http://www.peikko.fi/>

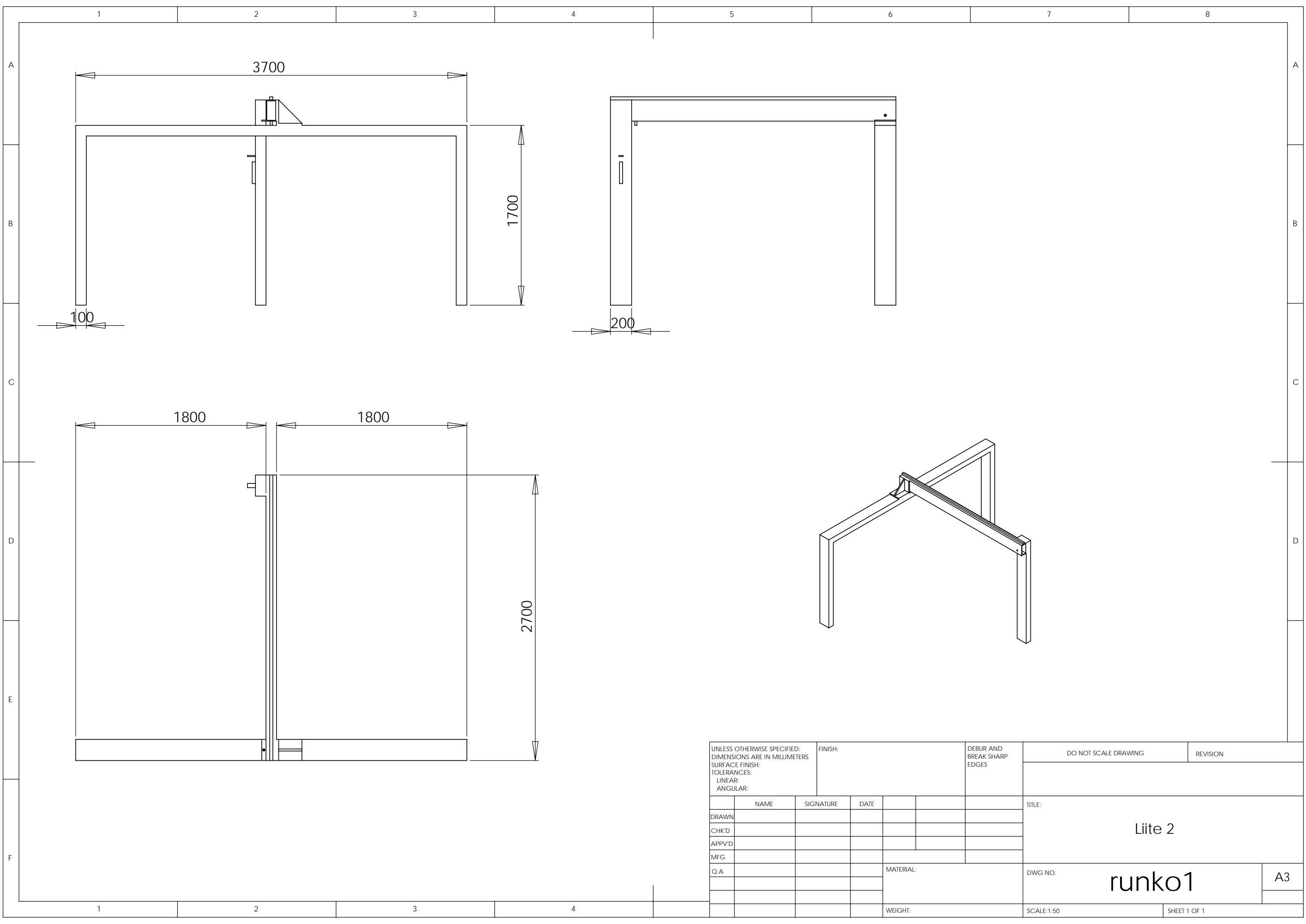
1 2 3 4 5 6 7 8

A
B
C
D
E
F

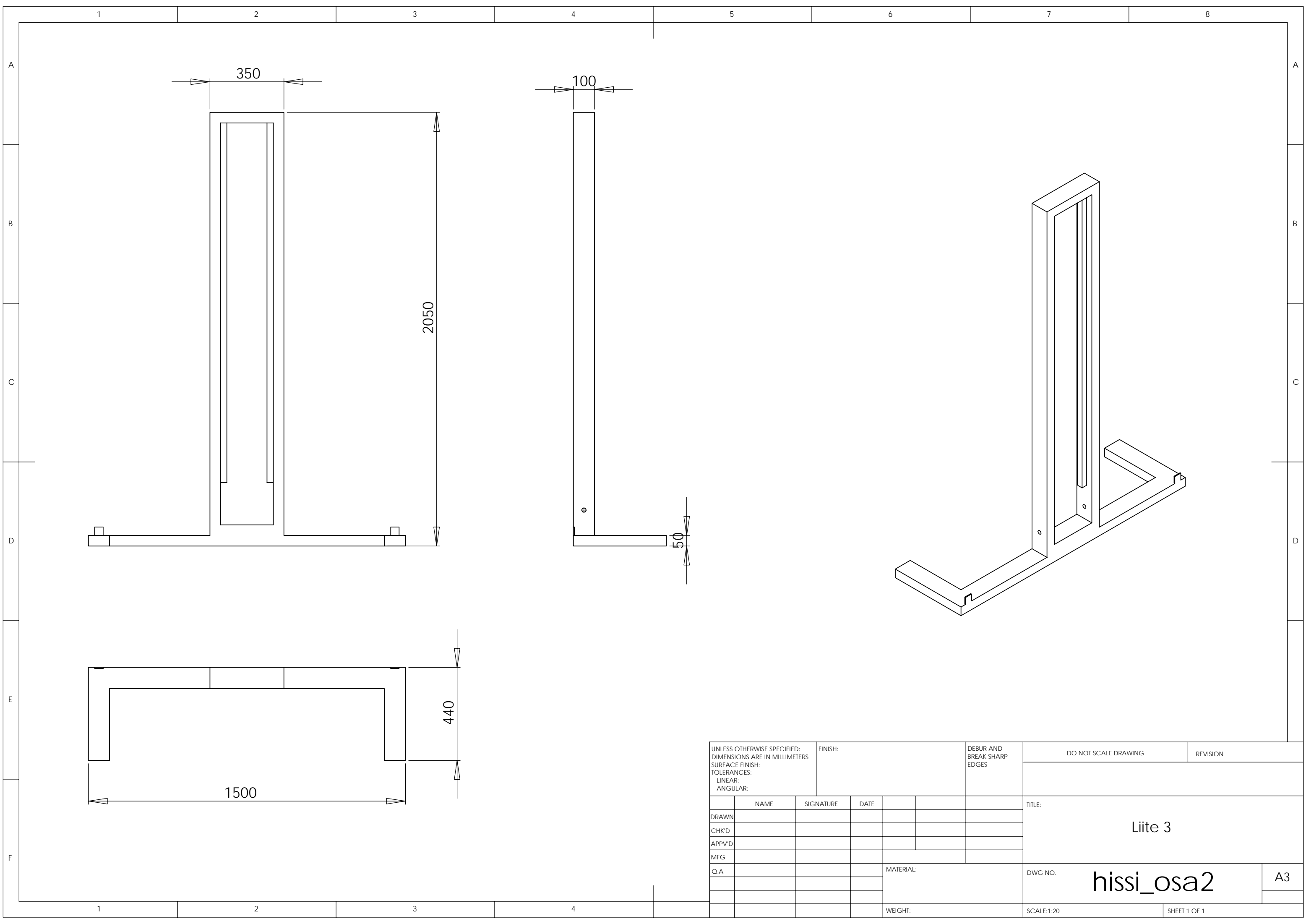


UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:									
TOLERANCES:									
LINEAR:									
ANGULAR:									
	NAME	SIGNATURE	DATE			TITLE:			
DRAWN						Hallin_assembly			
CHK'D									
APPV'D									
MFG									
Q.A									
				MATERIAL:		DWG NO.	A3		
				WEIGHT:		SCALE:1:500	SHEET 1 OF 1		

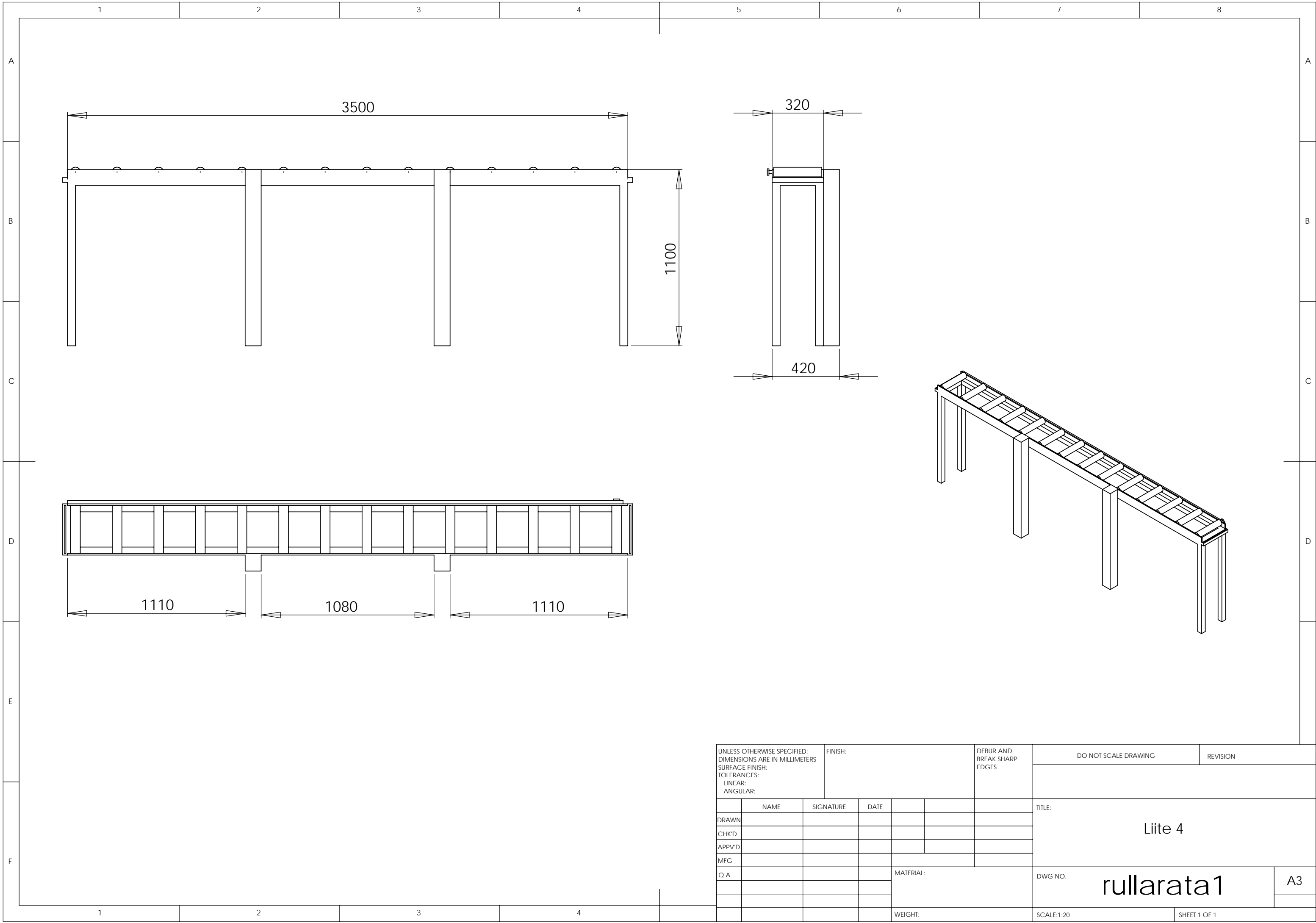
1 2 3 4



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
DRAWN				NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE:	
CHK'D										Lite 2	
APPV'D											
MFG										DWG NO. runko1	
Q.A											
								MATERIAL:		A3	
								WEIGHT:		SCALE:1:50	
										SHEET 1 OF 1	



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:									
TOLERANCES:									
LINEAR:									
ANGULAR:									
	NAME	SIGNATURE	DATE			TITLE: Lite 3			
DRAWN									
CHK'D									
APPV'D									
MFG									
Q.A					MATERIAL:	DWG NO.		A3	
						hissi_osa2			
					WEIGHT:	SCALE:1:20		SHEET 1 OF 1	



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
DRAWN				NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE: Lite 4	
CHK'D											
APPV'D											
MFG											
Q.A								MATERIAL:		DWG NO. rullarata1	
								WEIGHT:		SCALE:1:20	
										SHEET 1 OF 1	
										A3	