

# SEULAVAUNUN LAYOUTSUUNNITTELU

Jukka Hänninen  
2010  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# SEULAVAUNUN LAYOUTSUUNNITTELU

Jukka Hänninen

Opinnäytetyö

3.12.2010

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# OULUN SEUDUN AMMATTIKORKEAKOULU

# TIIVISTELMÄ

Koulutusohjelma

Opinnäytetyö

Sivuja

+

Liitteitä

Kone- ja tuotantotekniikka

Insinöörityö

29

+

4

---

Suuntautumisvaihtoehto

Aika

Tuotantotalous

2010

---

Työn tilaaja

Työn tekijä

Lumiahonmurskaus Oy

Jukka Hänninen

---

Työn nimi

Seulavaunun layoutsuunnittelu

---

Avainsanat

Layout, suunnittelu, seula, murskaus

---

Tässä työssä tehtiin layoutsuunnitelma seulavaunusta. Seulavaunu suunniteltiin puoliperävaunutyyppiseksi. Seulavaunuun kuuluvat seula ja kolme kuljetinta, jotka asennetaan kiinteästi seulavaunun rungolle. Tavoitteena oli tehdä layoutsuunnitelma puoliperävaunutyyppisestä seulavaunusta ja sen toteutettavuudesta. Seulavaunua koskeva lainsäädäntö ja rajaavat tekijät on koottu työn alkuun. Tehtyjen ratkaisujen pääpaino on ollut seulavaunun helppo kokoaminen toiminta-asennosta kuljetusasentoon.

Seulavaunun layoutsuunnittelu tehtiin Catia V5R20 -ohjelmistolla. Seulavaunun toteutettavuutta toiminnassa tarkasteltiin olemassa olevista laitteista. Seulavaunun toteutettavuutta kuljetuksissa tarkasteltiin mittaamalla kuljetuskaluston asettamat mitat.

Tulokseksi saatiin seulavaunun layoutsuunnitelma ja rungon päämitat sisältävät piirustukset. Kuljettimista saatiin niiden toteuttamismalli. Seulavaunun korkeudeksi kuljetusasennossa tuli 4,50 m. Rungon kokonaispituudeksi tuli 12,67 m. Toiminta-asennossa seulavaunun korkeudeksi tuli 6 m ja takakuljettimen purkukorkeudeksi hieman yli 4,82 m. Seulavaunun rungon kokonaisleveydeksi tuli 3,82 m.

# SISÄLTÖ

## TIIVISTELMÄ

## SISÄLTÖ

1 JOHDANTO .....	6
1.1 Lumiahon Murskaus Oy.....	6
1.2 Työn tarkoitus.....	6
2 NYKYINEN KOKOONPANO .....	8
2.1 Nykyisen kokoonpanon ongelmat.....	9
2.2 Tuleva kokoonpano .....	9
3 MURSKAUSLAITOKSET .....	11
3.1 Yleistä murskauslaitoksista .....	11
3.2 Kolmivaihemurskauslaitos .....	11
4 SEULONTA.....	12
4.1 Staattinen seula.....	12
4.2 Dynaamiset seulat.....	13
5 SEULAVAUNUN SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT .....	14
5.1 Lainsäädäntö.....	14
5.2 Seulavaunun kuljetettavuus.....	15
5.3 Seulavaunun toimivuus tuotannossa.....	16
6 SEULAVAUNUN SUUNNITTELU .....	17
6.1 Suunnittelun aloitus .....	17
6.2 Kuljettimien paikoitus.....	18
6.2.1 Kivikuljetin .....	18
6.2.2 Takakuljetin .....	20
6.2.3 Alakuljetin .....	20
7 SEULAVAUNUN RUNGON HAHMOTTELEMINEEN .....	21
7.1 Rungon suunnittelun lähtökohdat .....	21
7.2 Rungon hahmottaminen .....	21
8 SEULAVUNUN LAYOUT .....	23
8.1 Seulavaunun rungon optimointi .....	23
8.2 Kuljettimien layoutsuunnittelu .....	24
8.3 Seulavaunun layout toiminta-asennossa .....	25
8.4 Seulavaunun layout kuljetusasennossa.....	26
9 YHTEENVETO.....	27

LÄHTEET .....	28
---------------	----

#### LIITTEET

Liite 1. Lähtötietomuistio

Liite 2. Rungon päämitat

Liite 3. Toiminta-asennon päämitat

Liite 4. Kuljetusasennon päämitat

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Lumiahon Murskaus Oy

Lumiahon Murskaus Oy on 1950-luvulla alkunsa saanut perheyrittys, jonka toimenkuvana oli silloin koneurakointi ja kuorma-autoliikennöinti. Vuonna 1965 Lumiaholle hankittiin ensimmäinen seulonta-asema ja vuonna 1966 ensimmäinen esimurskain ja sen jälkeen yrityksen pääpaino on siirtynyt kivenmurskaukseen ja kivimurskeen seulontaan. Nykyisellään Lumiahon Murskauksella on käytössään kaksi pyöräkonesyöttöistä ja kolme kaivinkonesyöttöistä murskausasemaa, jotka kukin pystyvät toimimaan yksi-, kaksi- tai kolmivaiheisena. (1, linkki Historia.)

## 1.2 Työn tarkoitus

Työssä suunnitellaan seulavaunu, joka tulee toimimaan yhden pyöräkonesyöttöisen murskausaseman yhteydessä. Tarpeen työlle loi nykyisen seulan seulontakapasiteetin pienuus murskauskalustoon nähden, mikä aiheuttaa tuotannossa pullonkaulan. Lisäksi seulavaunun suunnittelu tuli ajankohtaiseksi, koska vanhimman pyöräkonesyöttöisen murskausaseman kalusto uusitaan lähitulevaisuudessa, mikä antaa mahdollisuuden kehittää murskauskaluston toimintoja. (Liite 1.)

Seulavaunun suunnittelussa tuli ottaa huomioon jo olemassa oleva kalusto, jotta seulavaunu soveltuu toimimaan murskausprosessin yhteydessä. Suunnittelussa tuli lisäksi huomioida tieliikennelain asettamat maksimimitat hinattavalle työkoneelle, koska seulavaunu tulee olla tiellä liikuteltavissa työkohteen vaihtuessa.

Työn tavoitteena oli mitoituksien pohjalta tehdä layoutsuunnitelma seulavaunun rungosta Sandvikin SC246- seulalle (kuva 1). Seulavaunu on pystyttävä kokoamaan toiminta-asennosta kuljetusasentoon hydraulisten jalkojen ja hydraulisesti taittuvien kuljettimien avulla.



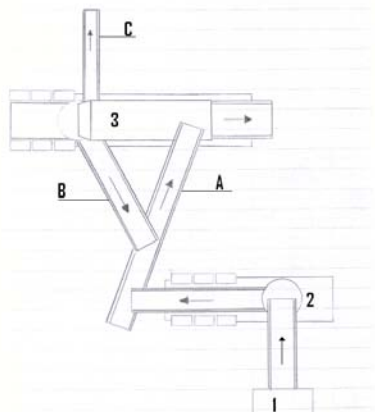
*KUVA 1. Sandvikin valmistama SC sarjan seula (2, linkit Crushers and screens -  
> Stationary crushers and screens -> Screens -> SC screens)*

## 2 NYKYINEN KOKOONPANO

Lumiahon Murskaus Oy:n käytössä olevalla, pyöräkonesyöttöisellä murskausasemalla, johon seulavaunu on tarkoitus suunnitella, murskauskaitoksen peruskokoonpano toimii kolmivaiheisena. Murskauskaitoksen murskaimet ovat Metso Mineralsin valmistamia tuotteita. Esimurskaimena toimii C125-leukamurskain, ja väli- sekä viimeistelymurskaimena on käytössä karamurskaimet. Esimurskain ja välimurskain ovat omilla alustoillaan ja seula sekä jälkimurskain ovat samalla kuljetusalustallaan. Murskaimien lisäksi kokoonpanossa tarvitaan kolme irtokuljetinta, jotta kolmivaihemurskauksessa saadaan aikaan ns. umpikierto. Nykyisen murskausaseman yhteydessä oleva seula on kaksitasoinen vaakatasoseula.

Kuvassa 1 näkyy nykyisen kokoonpanon toimintaperiaatekuva päältäpäin. Kuvassa on nuolilla osoitettu kiviaineksen kulkusuunta. Kuvan numero 1 on esimurskain, josta kiviaines siirtyy kuljetinta pitkin välimurskaimelle (2). Välimurskaimen jälkeen kiviaines siirtyy kuljetinta pitkin seulalle, johon on samaan alustaan rakennettu viimeistelymurskain, kuvan numero 3. Kuvassa 1 kirjaimet A, B ja C ovat kokoonpanossa tarvittavat irtokuljettimet, joista haluttaisiin päästä eroon tulevassa kokoonpanossa.





*KUVA 2. Toimintaperiaatekuva nykyisestä kokoonpanosta*

## 2.1 Nykyisen kokoonpanon ongelmat

Nykyisen kokoonpanon suurimpana ongelmana on tällä hetkellä seulan seulontakapasiteetin pienuus, minkä seurauksena tarve uudelle isommalle seulalle syntyi. Seulontakapasiteetin pienuus tulee erityisesti esille tehtäessä hienoja lajikkeita, jolloin nykyisin käytössä olevan seulan seulontapinta-ala ei ole riittävän suuri.

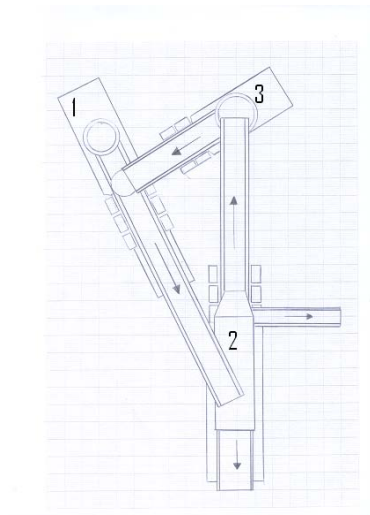
Nykyisessä kokoonpanossa joudutaan käyttämään kolmea irtokuljetinta, joiden asentaminen hidastaa murskausaseman kokoamista toimintakuntoon sekä kokoamista kuljetusta varten. Isomman seulan asentaminen samaan vaunuun viimeistelymurskaimen kanssa on todettu kannattamattomaksi, sillä kuljetusalustan fyysiset mitat ja paino kasvaisivat kohtuuttoman suuriksi ajatellen laitteen siirtoa maantiellä.

## 2.2 Tuleva kokoonpano

Lumiahon Murskaus Oy:llä on jo valmiiksi käytössä toisella murskausasemalla välimurskain, jollainen olisi tarkoitus valmistaa myös uuteen kokoonpanoon. Tässä välimurskaimessa on hydraulisesti jatkettava kuljetin, jonka myötä irtokuljetinta ei tarvitse olla seulan ja välimurskaimen

välillä. Uudessa seulavaunussa kuljettimet tulevat olemaan kiinteät, jolloin päästäisiin lopuistakin irtokuljettimista eroon. Vaikka uusi seulavaunu ja viimeistelymurskain olisivat omilla alustoillaan, ei kuljetusten määrä lisääntyisi murskausaseman siirroissa, sillä irtokuljettimista tuleva kuorma jäisi pois kuljetuksista. Seulan ja viimeistelymurskaimen rakentaminen omille alustoille helpottaa myös kuljetuksia, sillä niiden painot ja mitat pienenevät.

Kuvassa 2 on toimintaperiaatteen suunnitelma uudelle kokoonpanolle. Numero 1 on välimurskain, johon syötetään kiviaines esimurskaimelta. Välimurskaimelta kiviaines siirtyy seulalle (2), mistä valmis tuote kulkee kuljettimia pitkin kasoihin ja ylisuuri materiaali takaisin viimeistelymurskaimelle (3). Viimeistelymurskaimelta kiviaines palautuu takaisin seulalle välimurskaimen kuljettimen kautta. Tässä kokoonpanossa ei ole yhtään irtokuljetinta.



*KUVA 3. Uuden kokoonpanon toimintaperiaatekuva*

## **3 MURSKAUSLAITOKSET**

### **3.1 Yleistä murskauslaitoksista**

Murskauslaitoksia on monenlaisia aina yksivaihemurskauslaitoksista useamman vaiheen käsittäviin murskauslaitoksiin. Lisäksi murskauslaitoksiin on useasti liitetty jonkinlainen seula, jotta kiviaineksesta saadaan tarkasti lajiteltua eri raekoot eri käyttötarkoituksien mukaan. Murskauslaitokset voidaan myös karkeasti jakaa niin sanottuihin kiinteisiin laitoksiin ja siirrettäviin mobiili-laitoksiin.

Kiinteitä murskausasemia käytetään kaivoksilla ja suurilla maa-ainesten otto paikoilla joissa murskaustarve on vakituista. Niin sanottuja mobiili-laitoksia käytetään murskattaessa pienempiä määriä ja työmaiden vaihtuessa useasti. Tässä työssä käsittelen tarkemmin suljetulla kierrolla toimivaa siirrettävää kolmivaihemurskauslaitosta, joka on varustettu yhdellä kaksitasoisella seulalla. (3, s. 338 - 344.)

### **3.2 Kolmivaihemurskauslaitos**

Suljetulla kierrolla varustetun kolmivaihemurskauslaitoksen peruskokoonpanoon kuuluvat yleisesti esimurskaimena toimiva leukamurskain sekä väli- ja viimeistelymurskaimena toimivat karamurskaimet ja kiviainesseula. Murskauslaitoksessa louhe tai sora syötetään esimurskaimelle, josta murskaantunut kiviaines siirtyy kuljetinta pitkin välimurskaimelle. Välimurskaimelta kiviaines siirtyy seulalle, joka seulo kiviaineksesta halutun kokoiset raekoot erilleen, jotka sen jälkeen siirtyvät kuljettimia pitkin kasaan. Seulalta tuleva ylisuuri kiviaines siirtyy kuljetinta pitkin viimeistely murskaimelle, joka murskaa ylisuuren kiviaineksen ja palauttaa kuljettimella takaisin seulalle. Suljetun kierron etuna on, että sillä saadaan juuri halutun kokoista kiviainesta.

## 4 SEULONTA

Seulonnalla saadaan kiviaines lajiteltua eri raeluokkiin eri käyttötarkoitusten mukaan. Seulonta voi tapahtua erikseen omilla seulonta-aseteilla tai murskauslaitoksien yhteydessä. Seulottava kiviaines voi olla joko suoraan luonnossa esiintyvää kiviaineksesta tai kalliosta louhittua ja murskattua kiviainesta. Erilaisilla toimintaperiaatteilla toimivia seuloja on monenlaisia, mutta karkeasti ne voidaan erotella staattisiksi ja dynaamisiksi seuloiksi.

### 4.1 Staattinen seula

Staattisen seulan seulonta tapahtuu yksinkertaisimmillaan asettamalla säleikkö, jossa on metallitankoja tasavälein kaltevaan kulmaan. Säleikölle tuleva kiviaines valuu omalla painollaan alas, jolloin hieno kiviaines erottuu karkeammasta. (4, s. 204.) (Kuva 4.)



*KUVA 4. Staattinen seula (5)*

Staattisia seuloja voidaan käyttää erottelemaan hieno kiviaines karkeasta ennen murskainta tai vaihtoehtoisesti erottelemaan liian suuret kivet ennen hienompia kiviaineksia seulovaa seulaa. Hienon ja karkean kiviaineksen erottelu toisistaan vähentää murskaimen läpi turhaan kulkevaa materiaalia, jolla murskauskapasiteettia saadaan kasvatettua. Lisäksi staattisia seuloja voidaan käyttää seulontaan, jossa halutaan erittäin karkeaa lopputuotetta esimerkiksi aallonmurtajien ja tekoaltaiden pengerryksissä. (Kuva 5.)



*KUVA 5. Aallonmurtaja (5)*

## **4.2 Dynaamiset seulat**

Dynaamisissa seuloissa kiviaines seuloontuu verkkojen läpi värähtelevän liikkeen avulla. Seulan seulontatasot voivat olla joko vaakatasossa tai kaltevassa kulmassa ja seulat voivat olla yksi- tai monitasoisia. Värähtelevä liike saadaan aikaan joko mekaanisesti tai sähkömagneettisesti. (Kuva 6.)



*KUVA 6. Kaksitasoinen dynaaminen seula (2, linkit Crushers and screens -> Stationary crushers and screens -> Screens -> SC screens)*

## 5 SEULAVAUNUN SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

Suunniteltava seulavaunu tulee olemaan kuorma-auton perään kytkettävä puoliperävaunun tyyppinen hinattava laite. Seulavaunun suunnittelussa täytyy ottaa huomioon lainsäädännön, kuljetettavuuden ja toimivuuden asettamat määräävät ja rajoittavat tekijät. Lumiahon Murskaus Oy:llä on ennestään käytössä samantyyppinen, mutta eri valmistajan seulalla varustettu seulavaunu, jota voitiin käyttää apuna suunnittelussa. (Kuva 7.)



*KUVA 7. Lumiahon Murskaus Oy:n seulavaunu*

### 5.1 Lainsäädäntö

Lainsäädäntö asettaa kuorma-auton perään kytkettävälle hinattavalle laitteelle tietyt mitat lupavapaisiin erikoiskuljetuksiin maantiellä. Tieliikennelain asetus erikoiskuljetuksista ja erikoiskuljetusajoneuvoista 17.12.1992/1715 määrittelee sallitut mitat ja massat erityyppisille erikoiskuljetuksille. Massojen osalta ei tarkastella lakipykälää, sillä tässä

tapauksessa se ei ole olennaista. Luvussa 7, pykälän 29 § 1 momentin a-, b- ja c- kohta määrittelevät enimmäismitat lupavapaalle erikoiskuljetukselle. Korkeus saa olla enimmillään 4,4 m, leveys 4,0 m ja kuljetuksen enimmäispituus, muussa kuin konttikuljetuksessa, 30,0 m. Lisäksi luvun 7, pykälän 29 § 6 momentissa a- ja c- kohdassa määritellään kuorman enimmäisylytykset ajoneuvon ääriviivojen yli, jotka tässä tapauksessa olisivat ajoneuvon edessä 2,0 m ja ajoneuvon takana 6,0 m. (6.) Korkeuden osalta tilaaja antoi mahdollisuuden ylittää mitan 0,1 m:llä, jolloin kokonaiskorkeus saa olla 4,5 m.

## 5.2 Seulavaunun kuljetettavuus

Seulavaunun tulee olla kytkettävissä Lumiahon Murskaus Oy:n laitteiden siirroissa käytettäviin kahteen kuorma-autoon, jotka ovat varusteltu puoliperävaunun vetoon tarkoitetuilla vetopöydillä. Autoon kytkettävyys asettaa tiettyjä mittoja seulavaunun suunnittelussa. Auton vetopöytä sijaitsee rungon päällä, johon seulavaunu kytketään kuljetuksessa. Vetopiste on 1,4 m korkeudella maasta ja vetopisteestä taaksepäin on jätävä vähintään 2,6 m tyhjää tilaa, jotta seulavaunu olisi kytkettävissä. Vetopisteestä eteenpäin kuorma saisi ylittyä enimmillään 1,5 m. Kuvassa 8 on laitteiden siirroissa käytettävä kuorma-auto ja nuolella on osoitettu vetopöytä, johon hinattavat laitteet kytketään.



*KUVA 8. Laitteiden siirroissa käytettävä puoliperävaunun veturi*

### **5.3 Seulavaunun toimivuus tuotannossa**

Yksi tärkeimmistä suunnittelun lähtökohdista on se, että seulavaunu toimii myös tuotannossa. Suunnittelussa tuli ottaa huomioon kuljettimien viemä tila, jotta ne sopisivat samalle rungolle seulan kanssa, niin työasennossa kuin kuljetuksissakin. Lisäksi seulavaunu tulee olla liitettävissä tuotantoon jo olemassa olevien laitteiden kanssa. Seulavaunu vaatii toimiakseen kolme kuljetinta, joille kullekin oli määrätty niihin tulevat hihnanleveydet. Hihnanleveyksistä pystyttiin laskemaan kuljettimien viemä tila runkoineen. Suunnittelussa käytettiin kuljettimien osalta niiden viemiä äärimittoja, sillä kuljettimien tarkka mallintaminen ei ole tässä tapauksessa olennaista.

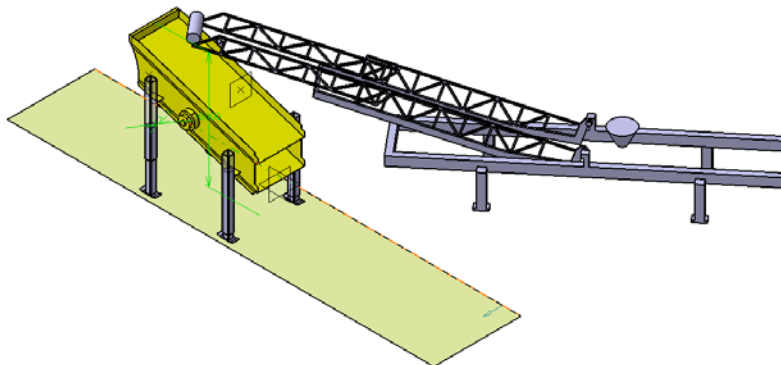


## 6 SEULAVAUNUN SUUNNITTELU

Seulavaunun mallintamisessa ja suunnittelussa käytettiin Catia V5R20 -ohjelmaa. Catiassa pystyttiin tarkastelemaan rungon ja kuljettimien toteutettavuutta kolmiulotteisesti, joka helpottaa seulavaunun suunnittelua.

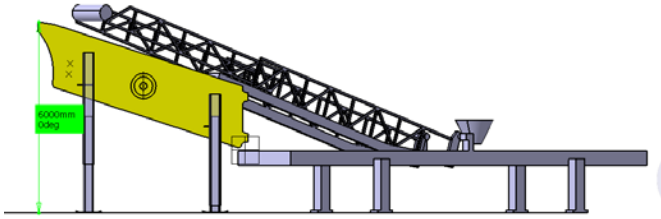
### 6.1 Suunnittelun aloitus

Mitoitus aloitettiin mallintamalla Catiassa seulan äärimitat Sandvikilta saatujen piirustusten avulla (7) ja tarkastelemalla seulavaunun toteutettavuutta seulan ollessa työasennossa. Valmistajan ohjeen mukaan seulan seulontatasojen tulee laskea noin 18 asteen kulmassa silloin, kun laite on toiminnassa. Seulan lisäksi mallinettiin jo olemassa olevan välimurskaimen äärimitat, mistä seulottava materiaali kulkeutuu kuljetinta pitkin seulalle. (Kuva 9.)



*KUVA 9. Seulan toiminta-asennon hahmotelma*

Mallintamisen jälkeen pystyttiin tarkastelemaan kokoonpanoa eri kuvakulmista ja määrittämään seulan maksimikorkeus toiminta-asennossa. Seulan maksimikorkeudeksi määräytyi 6 m, jolloin vielä välimurskaimen kuljettimen ja seulan väliin jää noin 0,5 m pelivara (kuva 10). Näiden mitoitus pohjalta voitiin aloittaa kuljettimien paikoitus ja tarkastelu kuinka ne pystytään toteuttamaan niin työ- kuin kuljetusasennossakin.



KUVA 10. Seulan ja välimurskaimen kuva sivustapäin

## 6.2 Kuljettimien paikoitus

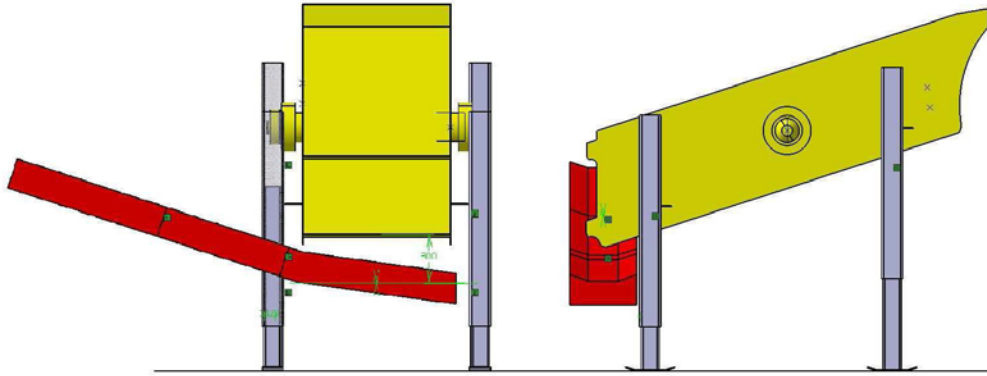
Seulavaunuun tulee olla mahdollista rakentaa kolme kuljetinta, joita ei tarvitse poistaa kuljetuksen ajaksi vaan ne voitaisiin koota hydraulisesti ilman, että kuljetuksen mitat ylittää sallittuja rajoja. Kuljettimien paikoituksessa tulee myös ottaa huomioon kuljettimien nousukulma, joka saa maksimissaan olla n. 20 astetta (3, s. 337). Suuremmilla nousukulmilla, sileää kuljetinhihnaa käytettäessä, materiaali alkaa valua takaisinpäin. Kuljettimien paikoitus ja hahmotteleminen aloitettiin ns. kivilkuljettimesta ja viimeistelymurskaimelle menevästä kuljettimesta, joiden paikoittaminen on ennakkoon ajateltuna hankalin. Tilaaja asetti kussakin kuljettimessa käytettävät hihnan leveydet, jotka puolestaan määräisivät kuljettimien viemän tilan.

### 6.2.1 Kivilkuljetin

Kivilkuljettimen tarkoitus on poistaa seulan alatasolta tuleva materiaali kasaan seulan viereen silloin, kun tuotteen valmistus vaatii verkkojen käyttöä alatasolla. Asiakkaan toivomuksesta kivilkuljettimessa käytettävä hihna olisi 800 mm leveä, jonka mukaan kuljettimen mitat määräytyvät. Alatasolta tulevan materiaalin poistokohta on seulovan osan alareunaan tehtävä luukku, joka tulee olemaan noin 200 mm leveä.

Kuljettimen mallintamisessa käytettiin ainoastaan sen tarvitseman tilan mukaista poikkileikkauskuvaa, sillä kuljettimen tarkka mallintaminen ei ole olennaista tässä vaiheessa. Poikkileikkauskuvan mitat saatiin mittaamalla jo ennestään olemassa olevia kuljettimia, sekä keskustelemalla tilaajan kanssa

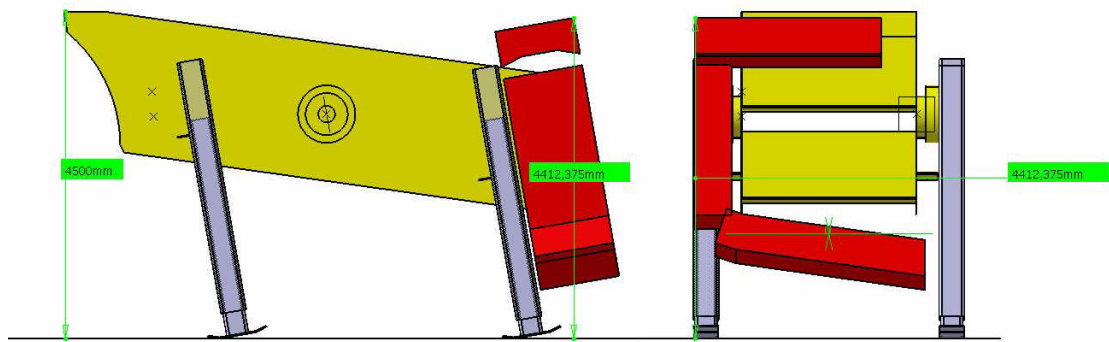
kuljettimen toteutettavuudesta (8). Kuljettimen paikoitus aloitettiin seulan ollessa työasennossa ja lisäämällä kuljettimen poikkileikkauksesta tehty karkea malli samaan kuvaan. (Kuva 11.)



*KUVA 11. Kivikuljettimen paikan karkea luonnos*

Kivikuljettimen nousukulma määräytyi alustavasti 18 asteeseen, koska kuljettimella tulee ainoastaan olemaan puhdasta kiveä. Puhdas kivi on herkempää vyörymään takaisinpäin, sillä siinä ei ole hienoa maa-ainesta mukana sitomassa materiaalia. Kuljetin lähtee seulan alta valmiiksi hieman nousevassa kulmassa, sillä se helpottaa pudotuskorkeuden saamista mahdollisimman suureksi eikä kuljetinhintaan voida tehdä kovin suurta nousun muutosta välille. Kuljettimen asentaminen suoraan 18 asteen kulmaan seulan alle aiheuttaisi kuljettimen takapään laskeutumisen liian alas kuljetusasennossa.

Kuljettimen paikka seulan pituussuunnassa ei ole niin tarkka, koska pudotuskohdasta kuljettimelle tulee olemaan ohjain materiaalille, joka samalla estää kivien vuotamista kuljettimen ohi. Kivikuljettimen saattaminen kuljetusasentoon olisi mahdollista toteuttaa jättämällä seula hieman kallelleen kuljetusasennossa, jolloin takaosaan jäisi korkeuden puolesta tilaa koota kuljetin seulan päälle. (Kuva 12.)



KUVA 12. Kivikuljettimen kuljetusasennon luonnos

## 6.2.2 Takakuljetin

Seulavaunuun laitettavan taaksepäin suuntautuvan kuljettimen tarkoitus on siirtää seulan ylätasolta tuleva ylisuuri kiviaines viimeistelymurskaimelle. Kuljettimen pudotuskorkeuden täytyy olla vähintään 4,6 m, jotta se yltää siirtämään materiaalin viimeistelymurskaimelle. Kuljetin mallinnettiin äärimitoista saadun poikkileikkauskuvan perusteella, ja alustavasti sen mitaksi määräytyi 11 m. Kuljettimen tarkkojen äärimittojen tietäminen ei tässä tapauksessa ole tärkeää, koska tilaa takakuljettimen toteutukselle on varmasti riittämiin leveys- ja korkeussuunnassa. Seulan ylätasolta tuleva materiaali ohjataan kuljettimelle pellistä tehtävän ohjaimen avulla, joka myös estää kiviaineksen ohivuodon. Hihnan leveydeksi tähän kuljettimeen oli määrätty 1 200 mm. Kuljettimen saatettavuutta kuljetusasentoon tarkastellaan myöhemmin samalla, kun hahmotellaan runkoa seulalle.

## 6.2.3 Alakuljetin

Alakuljettimen tarkoituksena on siirtää seulan sekä ylä- että alatasolta läpi tuleva materiaali omaan kasaan. Kuljettimen hihnan leveydeksi määrättiin 2 000 mm. Alakuljettimen toteutuksessa yksi määräävistä tekijöistä on seulavaunun kytkemisen mahdollisuus vetoautoon sekä kuljettimen ja seulan väliin jäävä tila, joka saisi olla mahdollisimman suuri verkkojen vaihdon helpottamiseksi. Alakuljettimen tarkempi paikoittaminen tehdään myöhemmin, samalla kun runkoa hahmotellaan.

# 7 SEULAVAUNUN RUNGON HAHMOTTELEMINEN

## 7.1 Rungon suunnittelun lähtökohdat

Rungon suunnittelussa pitää saada kompromissi aikaan kuljetettavuuden, vetoautoon kytkettävyyden ja tuotannossa toimivuuden mahdollistavan kokoonpanon välille. Jokainen osa-alue antaa tiettyjä vaatimuksia kuljettimien paikoille ja rungon mitoille, jotta kaikki toiminnot olisivat mahdollisia samassa rakenteessa.

Kuljetettavuutta määrävät lähinnä tieliikennelain asettamat rajat. Lisäksi kuljetettavuutta voidaan helpottaa tekemällä seulavaunusta mahdollisimman pieni äärimitoiltaan, vaikka lain sallimat mitat eivät ylittyisikään. Seulavaunun pituus on erityisesti hyvä saada mahdollisimman pieneksi, mikä helpottaa kuljetettavuutta liikenteessä ja ahtaissa paikoissa pienemmän kääntösäteensä vuoksi.

Seulavaunun siirroissa käytettävät vetoautot antavat tietyt määräävät mitat rungolle, jotta se olisi kytkettävissä autoon kuljetusta varten. Seulavaunun runko tulee olemaan puoliperävaunun tyyppinen, koska sitä ei ole mahdollista toteuttaa täysperävaunun alustalle pituuden ja painon puolesta.

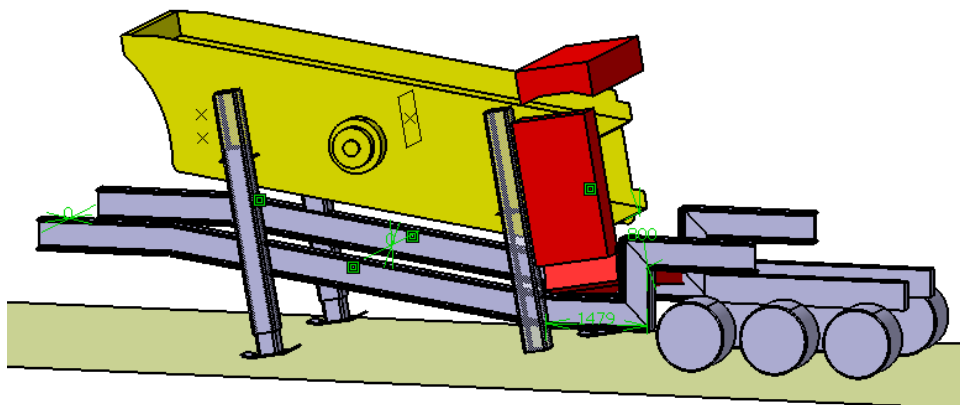
## 7.2 Rungon hahmottaminen

Rungon mittoja rajoittaa seulavaunun maksimileveys ja -pituus. Lisäksi runkoa hahmotellessa tuli ottaa huomioon seulavaunun kytkettävyys vetoautoon. Lumiahon Murskauksella olevien vetoautojen vetopöydän korkeus on maasta 1.4 m ja maksimiylitys vetopisteestä autoon päin on 1,5 m. Auton vetopisteestä taaksepäin tilaa pitää olla vähintään 2,6 m, jotta auto voidaan kytkeä perävaunuun. (Kuva 18.)



*KUVA 13. Puoliperävaunun veturi*

Rungon hahmottamisessa käytettiin tilaajan toivomuksesta alustavasti Ruukki Oy:n HEB 450 mukaisella poikkileikkauksella mallinnettua palkkia (9, s. 4). Seulavaunussa tullaan käyttämään teliä, joka voidaan irrottaa seulan ollessa toiminnassa. Tämä järjestely on havaittu hyväksi vaihtoehdoksi kiinteälle akselistolle huoltotarpeiden vähenemisenä, koska tuotannossa tuleva kivenpöly ei joudu jarrujen ja akseliston liikkuviin osiin. Kuvassa 19 on hahmotelma seulavaunusta, kivilajuttimesta ja telistä kuljetusasennossa. Telin ääriimitat ovat otettu yhdestä Lumiahon Murskauksella olevasta telistä.



*KUVA 14. Seulavaunun rungon luonnos*

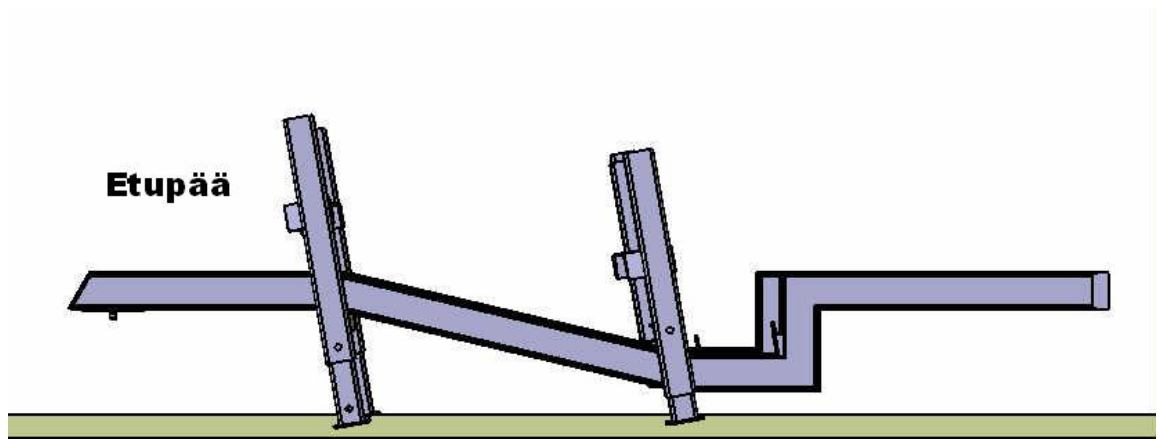
## 8 SEULAVUNUN LAYOUT

Seulavaunun luonnoksen pohjalta rungon ja kuljettimien mallia muokattiin lopulliseen versioon, jotta siitä saataisiin päämitat selville tarkempaa rakennesuunnittelua varten. Mallinnusta ei ole tehty kovin yksityiskohtaisesti, sillä seulavaunu on prototyyppi, jolloin tarkemmat suunnitelmat ja ratkaisuvaihtoehdot tulevat kysymykseen valmistuksen yhteydessä. Pääperiaatteet kokoamisesta kuljetus- ja toiminta-asentoon käyvät ilmi mallinnuksesta.

Lopullisessa layoutsuunnitelmassa on näkyvissä rungon lisäksi kuljettimet ja seula. Kuljettimien kiinnityksiä ja niihin tulevia hydraulisyntereitä ei ole mallinnettu, sillä niiden toteuttamistapaa tarkastellaan paremmin valmistuksen ollessa ajankohtaista.

### 8.1 Seulavaunun rungon optimointi

Seulavaunun lopulliseen versioon rungon mallia muutettiin vielä hieman, jotta seulavaunusta saataisiin mahdollisimman lyhyt. Tämä onnistui jyrkentämällä runkopalkin nousukulmaa seulanvaunun takapäätä etupäähän päin. (Kuva 15.) Runkopalkin nousukulman jyrkentämisellä saadaan vetopiste tuotua mahdollisimman lähelle etummaisista tukijalkoista, jolloin myös rungon kokonaispituus pienenee. Seulavaunun tukijalat sijoitettiin runkopalkkien käänkösköhtiin, jolloin niiden kiinnittämisen yhteydessä voidaan vahvistaa rungon hitsauskohtia, jos valmistaja näkee sen tarpeelliseksi.



KUVA 15. Seulavaunun rungon layout

Irrotettavan telin kiinnityskohtaa ei ole mallinnettu, sillä seulavaunuun tulevan telin mitat ja kiinnitystapa eivät ole vielä tarkasti selvillä. Nämä asiat selviävät siinä vaiheessa, kun kaikki tarvittavat osat ja rakenteet ovat tiedossa, jolloin seulavaunun kokonaispaino saadaan selville. Kokonaispaino vaikuttaa teliin tulevien akseleitten määrään, jotta akselipainot eivät ylittäisi sallittuja massoja. Rungon layoutmallista tehdyssä piirustuksessa näkyy päämitat. (Liite 2.)

## 8.2 Kuljettimien layoutsuunnittelu

Seulavaunuun tulevat kuljettimet ovat mallinnettu sillä tarkkuudella, että niistä saadaan päämitat selville. Mallinnuksessa apuna käytettiin SFS-standardista saatuja kuljettimen rumpujen leveyksiä tietyille hihnanleveyksille, poikkeuksena kivi kuljettimen rumpu, jolle mitat määräytyvät tilaajalta. Rumpujen halkaisijat määräytyvät tarkemmin kuljetinhihnatyypistä valittaessa, mutta suuntaa antavat mitat on otettu käytössä olevista kuljettimista.

Alakuljettimessa käytettävä hihnanleveys oli 2 000 mm, jolloin SFS-standardin mukaan kuljettimen rummun kokonaisleveys akseleineen on 2 200 mm (10, kappale 3.2, taulukko 2). Kuljettimen rullasto muodostuu

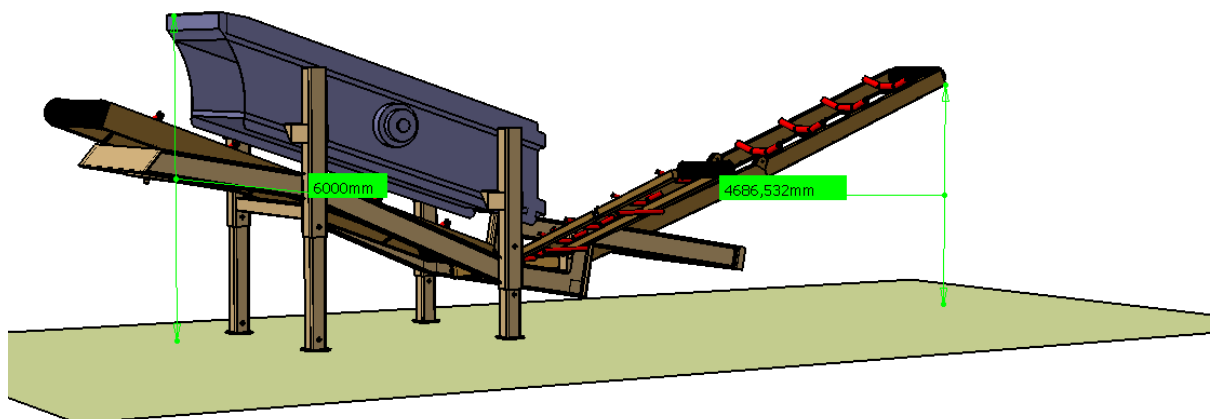


kolmesta rullasta riviä kohden ja alakuljettimessa käytettävien rullien leveydet määräytyivät työn tilaajan kanssa käydyssä neuvottelussa. Keskirullan mitaksi määrättiin 1 400 mm ja reunarullien 390 mm. Tarkemmat rullien mitat akseleineen saatiin Rulmeca Oy:n luettelosta. (11, s. 12.)

Kivikuljettimen ja takakuljettimen rullien mitat saatiin Rulmeca Oy:n luettelon antamista ohjeista käytettäessä kolmerullaista rullastoa. Rullien mitat määräytyivät hinnan leveyden mukaan. Kivikuljettimen 800 mm leveälle hihnalle rullien leveys on 341 mm akseleineen. (11, s. 7.) Takakuljettimessa käytettävälle 1 200 mm leveälle hihnalle rullien leveys akseleineen on 497 mm. (11, s. 12).

### 8.3 Seulavaunun layout toiminta-asennossa

Toiminnan kannalta seulan maksimikorkeus sai olla 6 m ja takakuljettimen purkukorkeus vähintään 4,6 m. Takakuljettimen mitaksi tuli 10,4 m, jolloin päästiin vähimmäisvaatimuksena olevaan 4,6 m purkukorkeuteen. Kuvassa 16 näkyy seulavaunun layout toiminta-asennossa, sekä toiminnan kannalta tärkeimmät vaadittavat mitat.



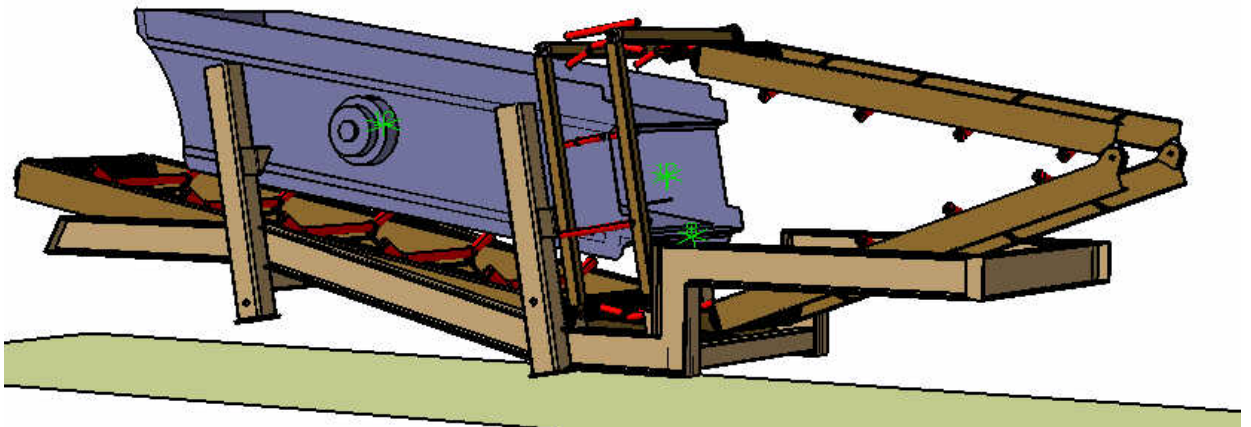
*KUVA 16. Seulavaunun layoutkuva toiminta-asennossa*

Kivikuljettimen purkukorkeutta ei määritelty tarkkaan, mutta sen saaminen mahdollisimman suureksi helpottaa materiaalin ottoa pyöräkoneella sen alta. Maksimi purkukorkeudeksi kivikuljettimelle tuli 3,3 m, joka on riittävä

toiminnallisuutta ajatellen. Liitteessä 3 on piirustus seulavaunun päämitoista toiminta-asennossa, joista käy toiminnan kannalta olennaiset mitat ilmi.

#### 8.4 Seulavaunun layout kuljetusasennossa

Kuljetusasentoon saattaminen tapahtuu taitettavien kuljettimien ja hydraulisesti toimivien jalkojen avulla. Kivikuljetin on saranoitu kahdesta kohtaa, jotta sen saattaminen kuljetusasentoon on mahdollista. Ensimmäisen saranan kohdalta kuljetin taitetaan seulan sivulle ja toisen saranan kohdalta seulan päälle. Takakuljetin oli myös saranoitava, jotta peränylitys seulavaunussa olisi alle 6 m. Kuvassa 17 näkyy millä tavoin kuljettimet taittamalla päästään haluttuihin mittoihin seulavaunun kuljetusasennossa. Liitteestä 4 käy ilmi kuljetettavuuden kannalta tärkeimmät mitat.



KUVA 17. Seulavaunun layoutkuva kuljetusasennossa

## 9 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä tehtiin tehdä kivenmurskauslaitokseen tulevan seulavaunun layoutsuunnitelma. Layoutsuunnitelmaa tehdessä tuli ottaa huomioon seulavaunulle lain, kuljetettavuuden ja toiminnallisuuden asettamat rajoitukset. Työstä oli tehtävä piirustukset, joista käyvät ilmi rungon päämitat, joiden pohjalta tarkemmat rakennesuunnitelmat voidaan tehdä.

Opinnäytetyön tuloksista käy hyvin ilmi seulavaunun toteutettavuus, jolloin työn päätavoite on saavutettu. Työn arvoa olisi lisännyt kuljettimien ja niiden toiminnan kannalta tarvittavien osien tarkempi mallintaminen. Lujuuslaskujen tekeminen rungolle olisi lisännyt työn arvoa, mutta rungolle tulevien rasitusten ja massojen arviointi olisi ollut liian suurpiirteistä, jolloin todettiin sen olevan kannattamatonta tässä työssä.

Työ oli mielestäni hyvin mielenkiintoinen varsinkin, kun mallinnus alkoi sujua jouhevasti. Harmiksi aika kävi vain vähiin, sillä olisin halunnut tehdä tarkemman mallinnuksen seulavaunusta. Työssä vaikeinta oli löytää järkevin tapa mallintamisen aloittamiseen.

## LÄHTEET

1. Lumiahon Murskaus. 2006. Saatavissa:  
<http://www.lumiahonmurskaus.com/murskaus/index.htm>. Hakupäivä  
29.3.2010.
2. Sandvik. 2010. Saatavissa:  
<http://www.miningandconstruction.sandvik.com/fi> Hakupäivä 17.11.2010
3. RIL 88. 1972. Rakennuskoneet. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien  
Liitto r.y.
4. Kaivos- ja louhintatekniikka. 2009. Kaivannaisteollisuusyhdistys ry.  
Vammalan kirjapaino.
5. Palin Granit Oy. Saatavissa:  
<http://www.palingranit.com/fin/ymparisto/sivukivi.html>. Hakupäivä  
18.11.2010.
6. Asetus erikoiskuljetuksista ja erikoiskuljetusajoneuvoista 17.12.1992/1715.  
Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1992/19921715>. Hakupäivä  
2.11.2010
7. Sandvik. Jauhainen, Pekka 2010. Re: Seulan piirustuksia.  
Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Hänninen, Jukka. 22.2.2010
8. Lumiaho, Seppo 2010. P ja S Lumiaho Oy. Keskustelu 17.4.2010
9. Rautaruukki Oyj. 2009. Teräspalkit. Saatavissa:  
[http://www.ruukki.fi/www/materials.nsf/materials/0A4C85B453CBFF8FC22575F4002C03E3/\\$File/Ter%C3%A4spalkit\\_07.2009.pdf?openElement](http://www.ruukki.fi/www/materials.nsf/materials/0A4C85B453CBFF8FC22575F4002C03E3/$File/Ter%C3%A4spalkit_07.2009.pdf?openElement).  
Hakupäivä 25.11.2010

10. SFS 2275. 1986. Hihnakuljettimet, rummut. Hihnakuljettimien rumpujen liitântä- ja päämitat. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.

11. Rulmeca Oy. Kuljetinrullat, PSV-sarja. Saatavissa:  
[http://www.rulmeca.fi/download/kuljetinrullat251\\_psv.pdf](http://www.rulmeca.fi/download/kuljetinrullat251_psv.pdf). Hakupäivä  
25.11.2010

## LÄHTÖTIETOMUISTIO

Tekijä<sup>1</sup> Hänninen Jukka

Tilaaaja<sup>2</sup> Humiahoon muuskaus OY



Tilaaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot<sup>3</sup> Humiaho Seppo  
0500382551

Työn nimi<sup>4</sup> Seulavaanun suunnittelu

Työn kuvaus<sup>5</sup> Muuskauslaitoksen seulavaanun  
suunnittelu.

Työn tavoitteet<sup>6</sup> Seulavaanun pääpiirustusten  
piirtäminen suunnitelmien pohjalta

Tavoiteaikataulu<sup>7</sup> Työ valmiina huhtikuun loppuun.

Päiväys ja allekirjoitukset<sup>8</sup> 5.1.2020  
Seppo Humiaho   
Jukka Hänninen 

<sup>1</sup> Tekijän nimi, puhelinnumero ja sähköpostiosoite.

<sup>2</sup> Työn teettävän yrityksen virallinen nimi.

<sup>3</sup> Sen henkilön nimi ja yhteystiedot, joka yrityksessä valvoo työn suoritusta.

<sup>4</sup> Työn nimi voi olla tässä vaiheessa työnimi, jota myöhemmin tarkennetaan.

<sup>5</sup> Työ kuvataan lyhyesti. Siinä esitetään muun muassa työn tausta, lähtötilanne ja työssä ratkaistavat ongelmat.

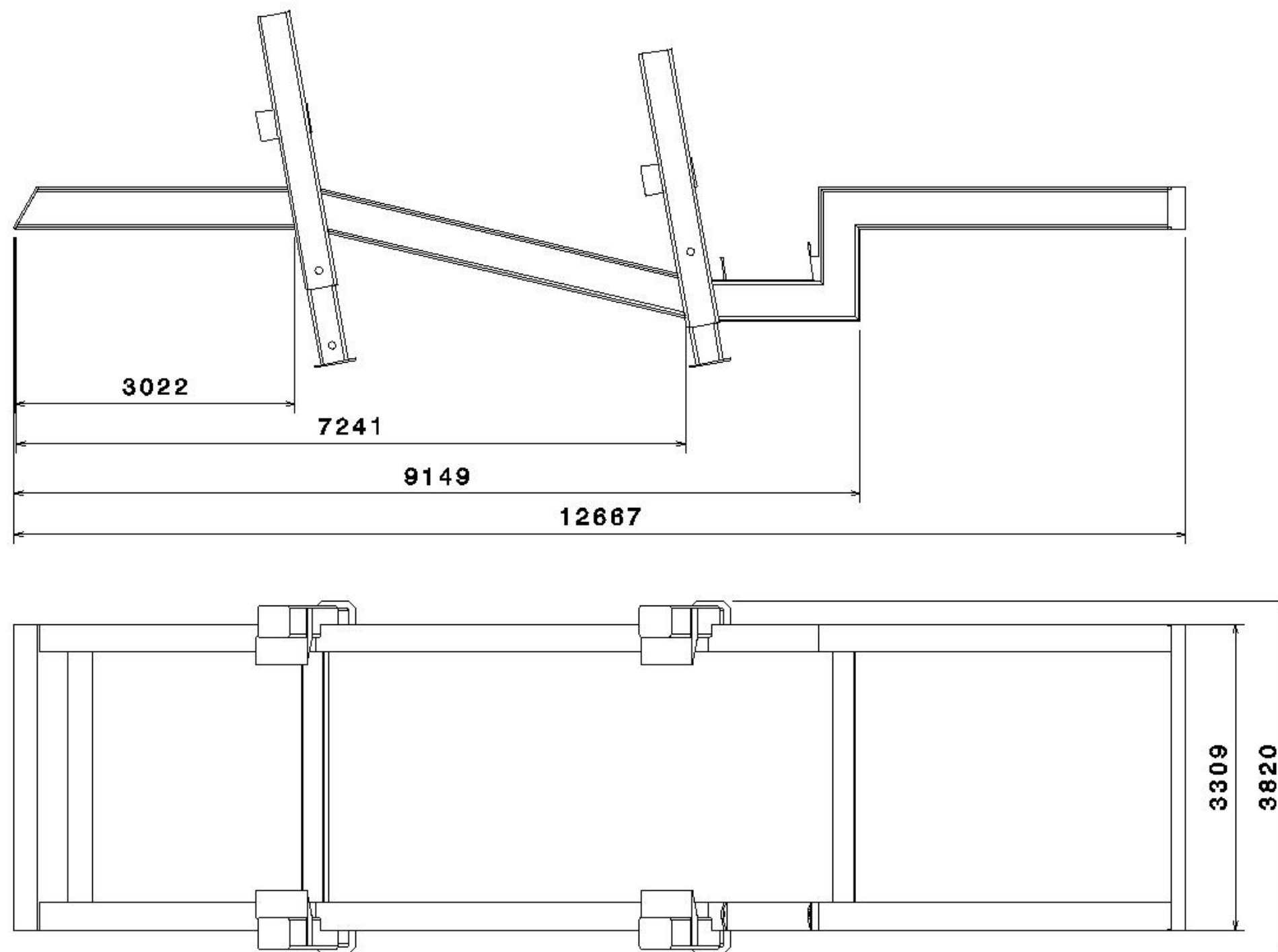
<sup>6</sup> Esitetään lyhyesti ja selvästi työn tavoitteet.

<sup>7</sup> Esitetään projektin tavoiteaikataulu. Silloin, kun työllä on välitavoitteita, myös ne merkitään aikatauluun.

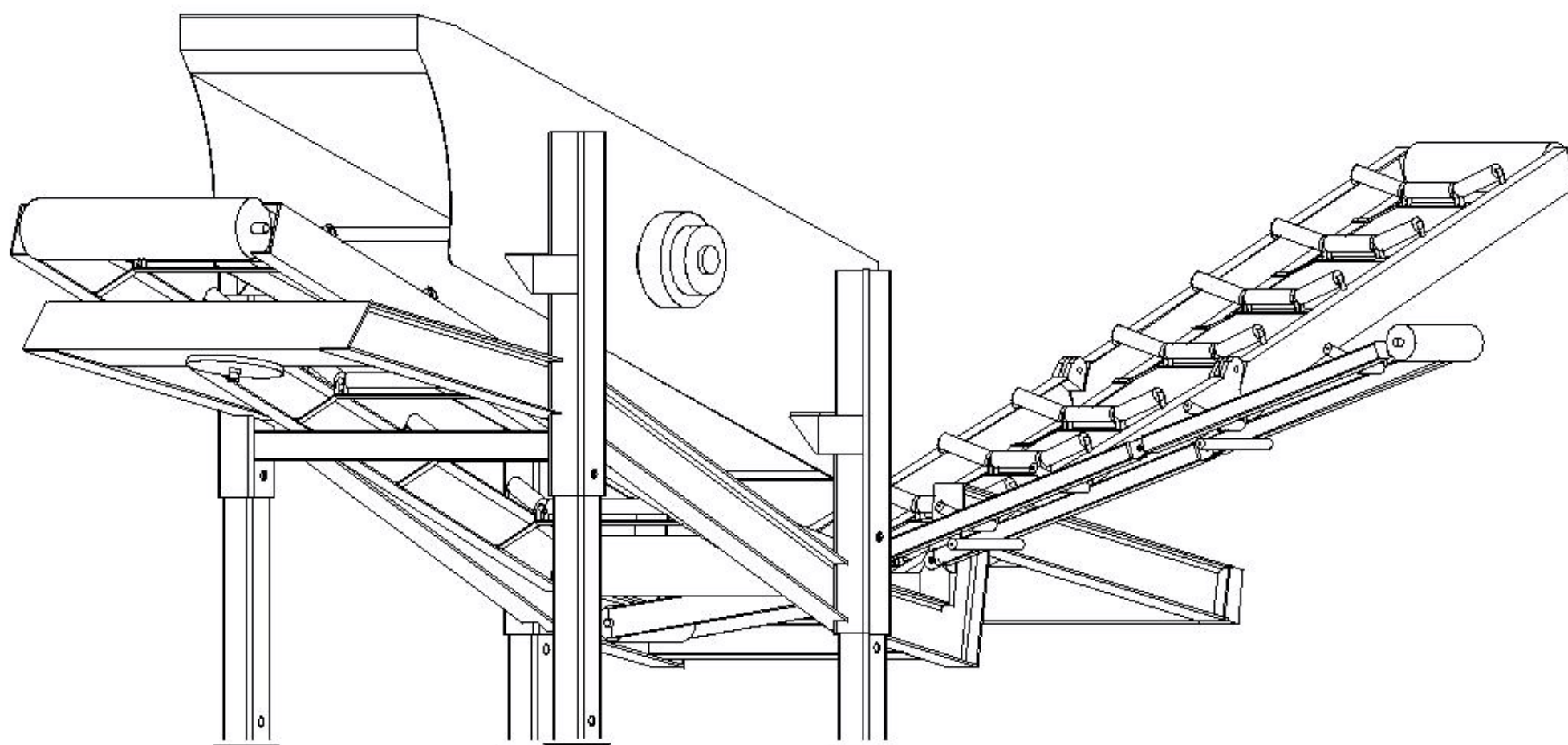
Tavoiteaikataulun ja oppilaitoksen yleisaikataulun perusteella tekijä laatii oman aikataulunsa.

<sup>8</sup> Lähtötietomuiستio päivätään ja sen allekirjoittavat tekijä ja tilaaajan yhdyshenkilö

Rungon päämitat  
1:50

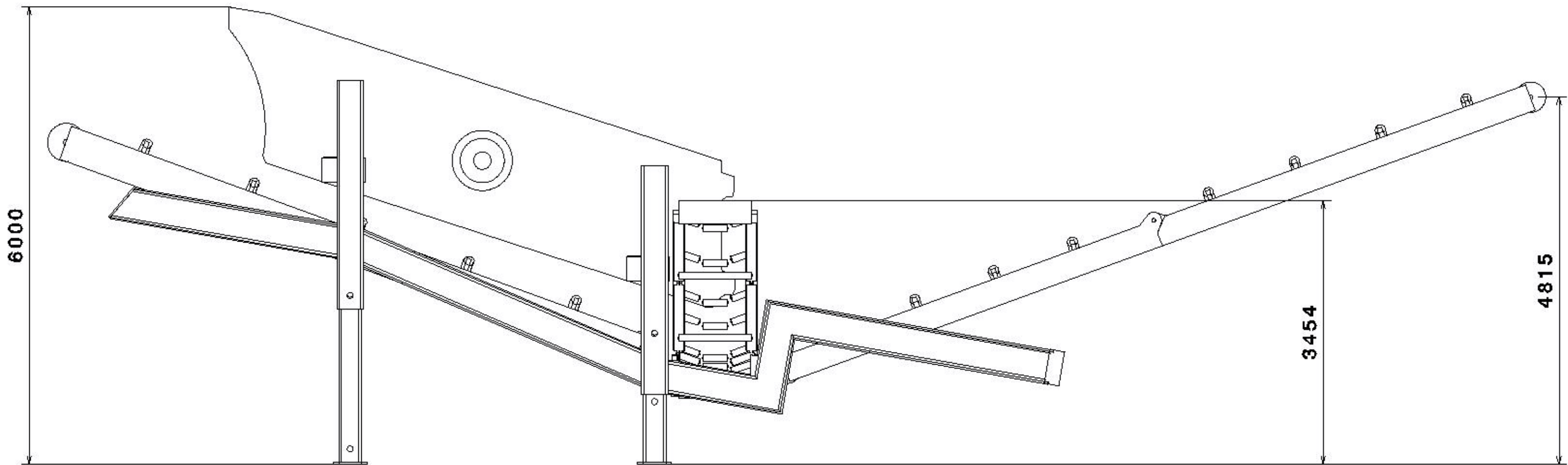


Seulavaunun toiminta-asennon layoutkuva  
1:50

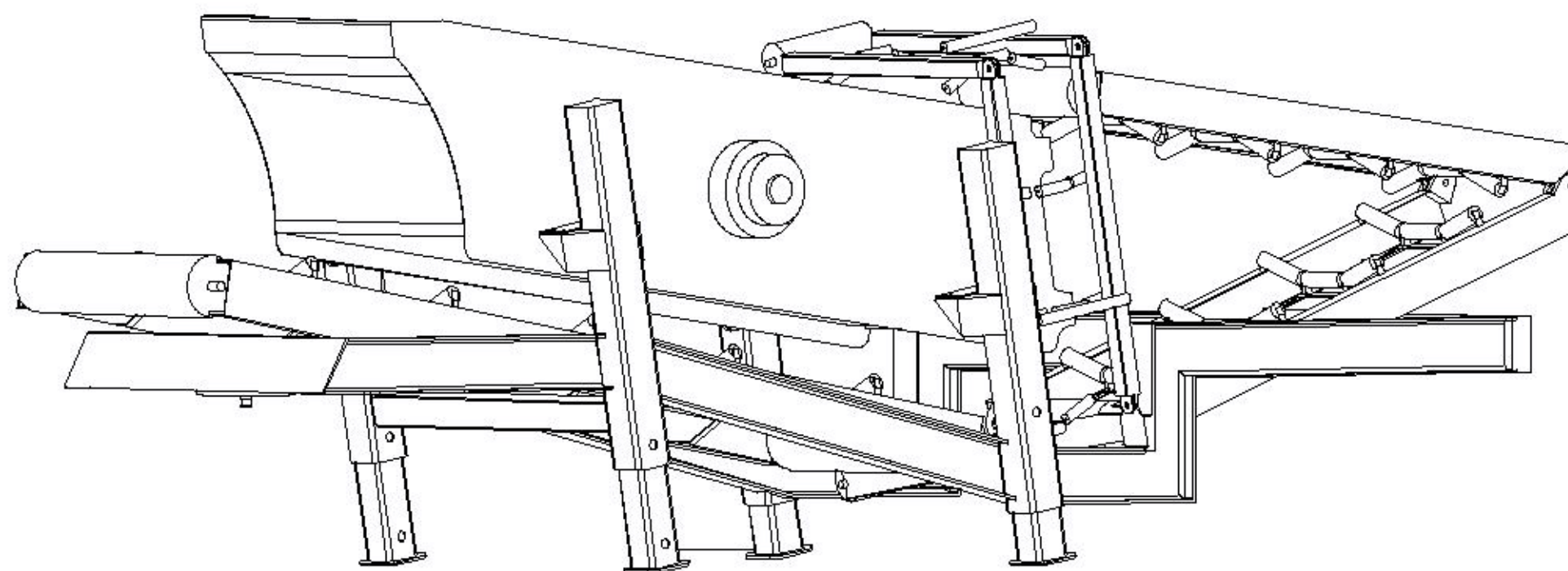




Työasennon päämitat  
1:50



Seulavaunun layoutkuva kuljetusasennossa  
1:50



Kuljteusasennon päämitat  
1:50

