

Rinnakkaistallenteen sivuasettelut ja typografiset yksityiskohdat *saattavat poiketa* alkuperäisestä julkaisusta.

Julkaisun tekijä(t): Kiiskilä, Harri; Jokinen, Kai

Julkaisun nimi: Lietteensiirtosäiliön suunnittelu ja teknisen laskennan merkitys

Julkaisuvuosi: 2022

Versio: Kustantajan versio

Käytä viittauksessa alkuperäistä lähdettä:

Kiiskilä, H. & Jokinen, K. (2022). Lietteensiirtosäiliön suunnittelu ja teknisen laskennan merkitys. Oulun ammattikorkeakoulun tekniikan ja luonnonvara-alan lehti: Oamk\_telulainen, 3(1), 16-17.

[https://issuu.com/telu\\_oamk/docs/telulainen\\_vol3\\_nro1](https://issuu.com/telu_oamk/docs/telulainen_vol3_nro1)

## Lietteensiirtosäiliön suunnittelu ja teknisen laskennan merkitys

*Harri Kiiskilä on opinnäytetyössään antanut erinomaisen näytön koneensuunnittelun osaamisestaan ja nykyaikaisten suunnittelutyökalujen hallinnasta. Opinnäytetyö sisältää koneensuunnittelun keskeiset elementit: 3D-suunnittelua, statiikan tarkastelua, lujuusopillista laskentaa ja FEM-mallintamista. Poikkeuksellisen konkreettinen työ on viety maaliin asti eli asiakkaalle toimitetuksi tuotteeksi.*

Harri Kiiskilä teki opinnäytetyönsä Agronic Oy:lle, joka kehittää ja valmistaa muun muassa lietelannan kuljetuksiin ja levittämiseen koneita ja laitteita. Lietekalustot ovat usein erikoisvalmisteisia, ja kokonaisuudet suunnitellaan tilauksien mukaisesti. Opinnäytetyönä suunniteltiin erikoisvalmisteinen lietteensiirtosäiliö asiakkaan omaan traktorin perävaunun alustaan. (1.)



Kuva 1. Lietteensiirtovaunu (lähde: Agronic).

### Irrotettava lietesäiliö

Alusta oli asiakkaan itsensä valmistama, joten sen rakenne oli uniikki. Tästä johtuen säiliörakenne räätälöitiin alustalle sopivaksi eikä toista täysin samanlaista tultane valmistamaan. Monikäyttöisen alustan ja päällysrakenteiden tuli olla irrotettavissa toisistaan. Tämä mahdollistaa alustan käytön eri käyttötarkoituksiin. Työssä suunniteltu säiliökin oli saatava irrotettua omien seisontajalkojensa varaan.

**Ilman teknistä laskentaa lietteensiirtosäiliöstä olisi voinut tulla vaarallinen käyttää ja säilyttää.**



Kuva 2. Monikäyttöinen omavalmisteinen perävaunun alusta.

Säiliön tilavuuden tuli olla 20 000 litraa, ja sen rakenteisiin tuli sijoittaa Agronic Oy:n aikaisemmin suunniteltuja laitteita, kuten pumppukuormain ja purkupumppu. Pumppukuormaimella lietelanta saadaan pumpattua säiliöön ja purkupumpulla liete pumpataan säiliöstä ulos. Siirtosäiliöllä lietelanta voidaan levittää suoraan peltoon. Lietelanta voidaan viedä myös pelloilla oleviin erillisiin etäaltaisiin, joista se myöhemmin levitetään pelloille.

### Suunnittelua ja teknistä laskentaa

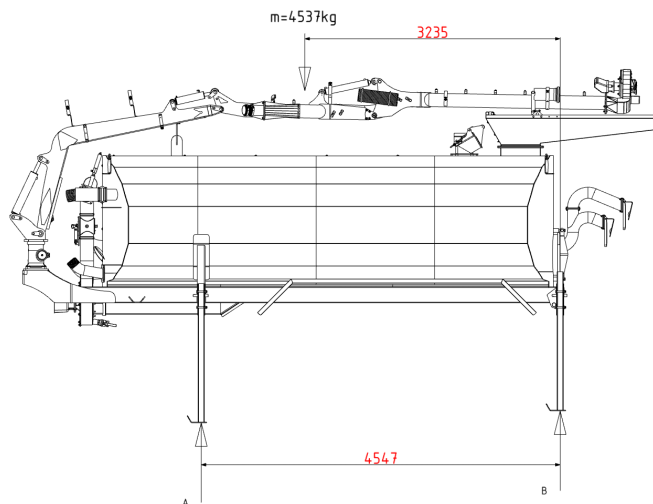
Suunnittelutyössä käytettiin Autodesk Inventor 3D-suunnitteluohjelmistoa. Työssä pääpaino oli teknisessä laskennassa. Laskentaa tehtiin PTC Mathcad Prime -ohjelmalla. Se on matemaattinen laskentaohjelma, jolla laskelmat saadaan samalla asianmukaisesti dokumentoitua. Laskelmat lisättiin opinnäytetyön raporttiin liitteinä (1). Rakenteiden kestävyyttä simuloitiin myös Autodesk Inventorilla. Työssä tarkasteltiin etenkin tukijalkojen jännityksiä ja pumppukuormaimen kiinnityksen kestävyyttä.

Teknisessä laskennassa keskityttiin staattisiin ja lujuusopillisiin laskelmiin. Tasapainolaskelmissa määritettiin vetoaisan kytkentäkohtaan kohdistuva kuorma ja tukijalkoihin kohdistuvia kuormia. Vetoaisan kytkentäkohtaan saa Liikenne- ja turvallisuusvirasto Trafín mukaan kohdistua enintään

4 000 kg:n kuorma (2), ja tämä oli kuorman sijoittelun lähtökohta. Aisakuormaa voidaan muuttaa siirtämällä säiliön massakeskipistettä alustassa eri paikkaan. Siirtämällä säiliörakennetta alustalla taaksepäin kytkentäkohtaan kohdistuva kuorma kevenee ja vastaavasti siirtämällä rakennetta eteenpäin aisakuorma kasvaa. Lietevaunujen suunnittelua ohjaa konedirektiivin lisäksi lietevaunujen C-tyyppin standardi SFS-EN 707:2018:en (3).

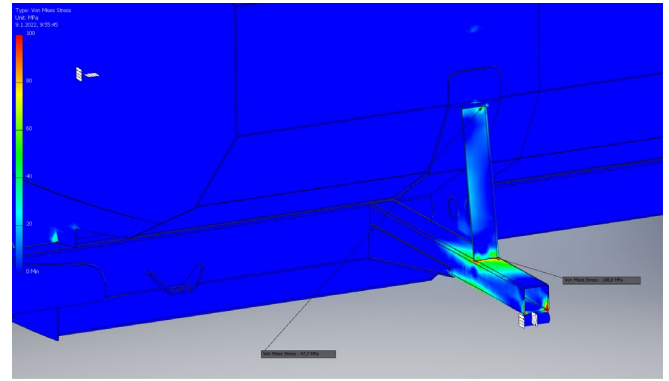
## Turvallisia tuloksia

Tukijalkoja säiliöön laitettiin kaksi eteen ja kaksi taakse. Säiliön etuosa on painavampi, joten jalkojen lujustarkastelussa otettiin huomioon etujalkoihin kohdistuva kuorma. Pystyjalkojen profiiliksi valittiin neliönmuotoinen putkipalkki, jolle tehtiin kuormituksen mukainen nurjahdustarkastelu. Kun saumamaiseen kappaleeseen kohdistuu riittävän suuri voima, sauva nurjahtaa. Tätä ei tietenkään haluttu, ja laskelmat osoittivatkin, että valittu putkipalkki kestää sille tulevat kuormitukset.



Kuva 3. Lietesäiliön seisontajalkojen sijoittelu.

Irrotettavat seisontajalat ovat L:n muotoisia, ja ne menevät vaakasuuntaisten kiinteiden putkipalkkien sisään. Näihin vaakapalkkeihin kohdistuu taivutusta, ja niiden kestävyys laskettiin lujusopin mukaisesti. Laskemien mukaan taivutusjännitykset ovat pieniä käytettävän materiaalin lujuteen nähden, joten valittu putkipalkki kestää siihen kohdistuvat kuormitukset.



Kuva 4. Säiliön etujalkojen kiinnityskohdan rakenne ja jännityshuipput.

Kun säiliö suunniteltiin 3D-suunnitteluohjelmalla, voitiin rakenteiden kestävyyttä simuloida myös elementtimenetelmällä. Työssä simuloitiin jalkojen kiinnityksien kestävyyttä ja pumppukuormaimen kiinnityksen kestävyyttä. Jalkojen kiinnityksiä säiliörakenteeseen kehitettiin simulointitulosten perusteella ja näin kiinnityksistä saatiin kestävät ja turvalliset. Simuloinnin tuloksena myös pumppukuormaimen kiinnitys tulisi kestäväksi.

Lopputuloksena saatiin asiakkaan toiveiden mukainen lietteensiirtosäiliö, joka valmistettiin kesällä 2021. Säiliö on jo käytössä, ja asiakas on ollut siihen tyytyväinen. Työ osoitti teknisen laskennan merkityksen insinööriyössä. Ilman teknistä laskentaa lietteensiirtosäiliöstä olisi voinut tulla vaarallinen käyttäjä ja säilyttäjä.

## Lähteet

1. Kiiskilä, Harri 2022. Lietesäiliön suunnittelu asiakkaan alustalle. Oulun ammattikorkeakoulu. Konetekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö. Hakupäivä 23.2.2022. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202202042109>.
2. Trafi Liikenteen turvallisuusvirasto 2015. TRAFI/26407/03.04.03.00/2015. Hakupäivä 17.10.2021. [https://arkisto.trafi.fi/file-bank/a/1447242896/4062457994fae19cbc7d86aeb978670e/18997-26407-2015\\_traktorimaarays.pdf](https://arkisto.trafi.fi/file-bank/a/1447242896/4062457994fae19cbc7d86aeb978670e/18997-26407-2015_traktorimaarays.pdf).
3. SFS-EN 707:2018:en. Agricultural machinery. Slurry tankers. Safety. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Hakupäivä 3.12.2021. <https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/7/729974.html.stx>. Vaatii käyttöoikeuden.