

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

Julkaisun tekijä(t): Nissinen, Mikko; Jokinen, Kai

Julkaisun nimi: Hakelämpölaitoksen teräsrakenteen mitoittaminen

Julkaisuvuosi: 2021

Versio: Kustantajan versio

Käytä viittauksessa alkuperäistä lähdettä:

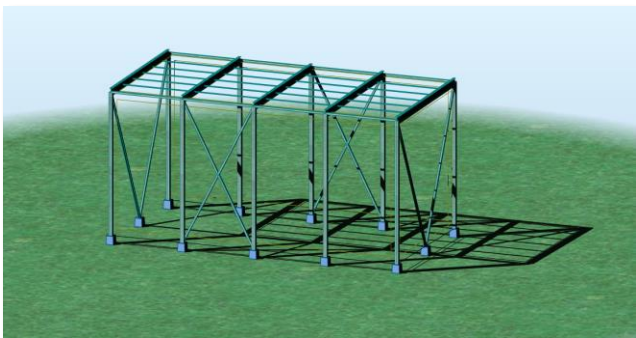
Nissinen, M. & Jokinen, K. (2021). Hakelämpölaitoksen teräsrakenteen mitoittaminen. Oulun ammattikorkeakoulun tekniikan ja luonnonvara-alan lehti: Oamk_telulainen, 2(3), 18-19.

https://issuu.com/telu_oamk/docs/telulainen_sak-erikoisnumero11

Hakelämpölaitoksen teräsrakenteen mitoittaminen

Koneautomaation insinöörin monimuoto-opintojen päätteeksi Mikko Nissinen on toteuttanut opinnäytetyönään teräsrunkoisen rakennuksen eurokoodin mukaisen suunnittelun ja mitoituksen. Mikon opinnäytetyö on esimerkki työstä, jossa on noustu selkeästi koulussa opittua korkeammalle ammattirajat ylittävälle osaamisen tasolle. Työssä mennään rohkeasti, jopa pelottavasti rakennustekniikan puolelle. Mikko on osoittanut erinomaista kykyä tiedon hankintaan ja omaksumiseen. Tämä artikkeli antaa kalpean aavistuksen siitä, millaisessa laskenta- ja standardiidiakossa Mikko on joutunut seilaamaan. Tästä haastavasta tehtävästä Mikko on suoriutunut kiitettävästi. Työn laajuuden vuoksi varsinaisesta opinnäytetyöstä on jouduttu rajaamaan pois erinaisten yksityiskohtien suunnittelua. Työ kokonaisuudessaan löytyy osoitteesta <http://www.urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202102051962>.

Opinnäytetyössä mitoitettiin Utajärvellä sijaitsevaan Orasko Oy:n uuteen sahatavaraa valmistavaan tuotantolaitokseen hakelämpölaitoksen teräsrunkorakenne. Toimeksiantajan pyynnöstä teräsrakenne haluttiin toteuttaa normaalin kattoristikorakenteen sijasta pulpettikattoiseksi I-profiilirakaisulla, joka mahdollistaisi alhaiset valmistuskustannukset ja yksinkertaisuuden mastorakennetyypinä. Suunniteltava rakenne oli 10 m leveä, 20 m pitkä ja 9 m korkea.



Kuva 1. Mitoitettava rakenne

- **Teräsrakenne täytyi suunnitella siten, että se noudattaa kantavien rakenteiden eurokoodistandardien määräyksiä.**

Kuormat

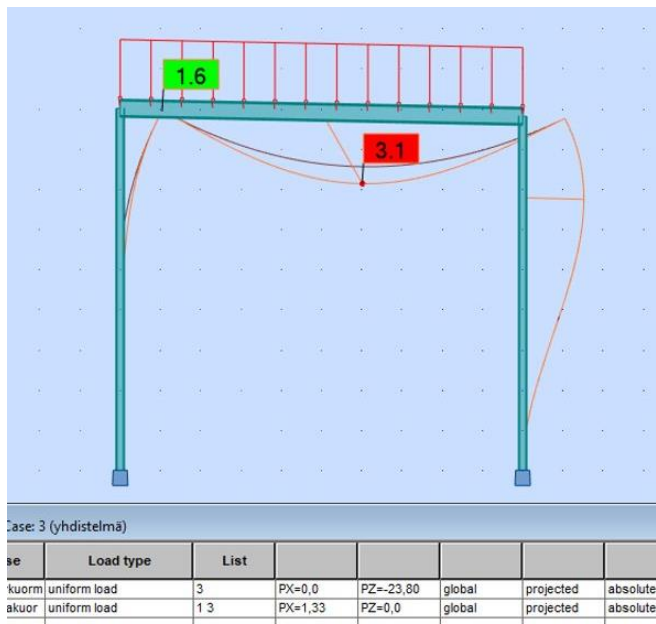
Työn aluksi selvitettiin rakenteeseen kohdistuvien kuormien ominaisarvot. Kuormat jaetaan pysyviin ja muuttuviin kuormiin. Pysyviä kuormia ovat rakenteiden ja kiinteiden laitteiden omat painot. Muuttuvia kuormia ovat lumi- ja tuulikuormat. Lumi- ja tuulikuormien ominaisarvot saatiin selvitettyä RIL-201-1-2017 Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat -käsikirjan avulla, kun tiedettiin rakennuspaikkakunta, rakenteen geometria ja ympäröivän alueen maastoluokka.

Rajatilat

Ominaisarvojen selvittämisen jälkeen selvitettiin yhdistelmäkerroimien avulla rakenteen kuormitusyhdistelmät murto- ja käyttörajatilassa. Kuormitusyhdistelmissä on otettava huomioon kaikki rakenteeseen kohdistuvat kuormanarvot, joihin lisätään käyttörajatilan mukaiset yhdistelykerroimet ja varmuusluvut RIL-201-1-2017-kirjan mukaisesti. Yhdistelykerroimien avulla lasketaan kuorman ominaisarvo lumen tai tuulen ollessa määräävä muuttuva kuorma. Lasketuista ominaisarvoista epäedullisin valitaan käyttörajatilan määrääväksi ominaisarvoksi.

Siirtymät

Rakenne täytyy mitoittaa siten, että se on käyttäjälleen turvallinen. Rakenteen primääripalkit eivät myöskään saa ylittää käyttörajatilan siirtymäarvoja. Siirtymät käyttörajatilassa laskettiin lujuusopin laskukaavoilla ja Autodesk Robot Structural Analysis Professional -ohjelman avulla, jossa rakenteesta tehtiin kehärakennemalli. Tulokset eivät poikenneet toisistaan. Tulosten mukaan taipuma käyttörajatilassa 10 m pitkällä jänneväliä osoittautui mitoituksen määrääväksi tekijäksi, jolloin lujuuden kannalta vakaapalkit jouduttiin ylimitoittamaan ja rakenne kestää murtorajatilassa hyvin siltä vaaditut kuormat. Vaakapalkkien valinnassa päädyttiin korkeaan IPN-profiiliin ja pystypalkeiksi valittiin HEA-profiiliset palkit.



Kuva 2. Käyttörajan siirtymät

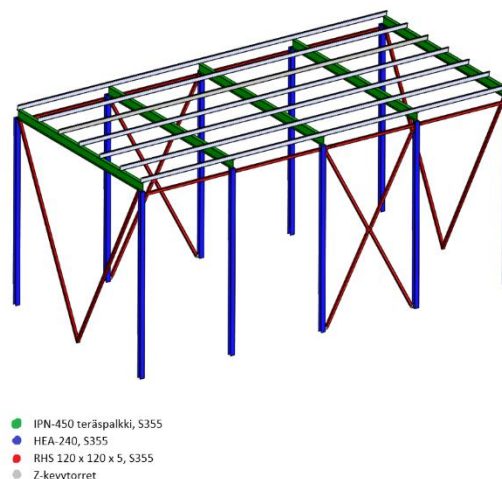
Kiepahdus

Vaakapalkin valinnassa täytyi huomioida myös palkin mahdollinen kiepahdus. Työssä vaakapalkin kiepahdusalttius estettiin riittävällä sivuttaistuen määrällä. Kiepahdukseen vaikuttavat valitun profiilin poikkileikkaus, taivutusvastus ja kuormitusjakauma. Sivuttaistukina toimivien kevytorien riittävyys kiepahduksen estämiseksi tarkistettiin eurokoodistandardien laskentakaavojen avulla.

Vinotuet

Jotta kantavat rakenteet kestävät stabiiliutensa ääritilanteissa, oli rakenteeseen lisättävä vinojäykisteet sekä pituus- että poikkitaissuuntaan. Näillä vietiin vaakavoimat ja fiktiiviset lisävaakavoimat pohja-anturalle aiheuttamatta suuria kantavien rakenteiden sivusiirtymiä. Työssä todettiin, että pystyvoimien aiheuttama fiktiivinen lisävaakavoima täytyi huomioida mukaan vinojäykisteiden profiilien mitoittamisessa. Vinojäykisteiden tuomat lisäkuormitukset pohja-anturalle on otettava huomioon rakenteen perustuksia suunniteltaessa.

Autodesk Robot Structural Analysis Professional -ohjelmalla tehtiin rakenteesta 3D-malli. Rakennetta kuormitettiin murtorajatilan ominaisarvoilla eri suunnista. Näin varmistettiin, että rakenne kestää kaikki siltä vaaditut kuormitukset. Myös vinojäykisteille tulevat vetokuormitukset vaakavoimista voitiin varmistaa ja ne voitiin todeta kestäviksi.



Kuva 3. Mitoitettu teräsrunkorakenne

Työssä huomattiin, että I-profiiliratkaisu nosti vaakapalkin käyttörajan tuomat siirtymän raja-arvot rakenteen mitoituksen määrääväksi tekijäksi. Mastorakennetapa aiheutti pitkille jänneväleille tyypillisiä suuria taipumia. Tuloksena saatiin mitoittua teräs rakenne, joka täyttää eurokoodistandardien vaatimukset käyttö- ja murtorajatilassa. Työstä saaduilla kuormitustuloksilla voidaan jatkaa perustuksien ja liitoksien suunnittelua. Työ mahdollistaa myös rakenteen materiaalikustannusten selvittämisen.

Lähteet

Nissinen, Mikko 2021. Hakelämpölaitoksen teräsrakenteen mitoitus. Oulun ammattikorkeakoulu. Konetekniikan tutkinto-ohjelma, koneautomaatio. Opinnäytetyö. Hakupäivä 11.2.2021. <https://www.theseus.fi/handle/10024/362279>.

RIL 201-1-2017. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. Helsinki: Suomen Rakennusinsinööriliitto RIL Ry.