

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Samuli Korhonen

PIHATTONAVETAN RAKENTEIDEN MATERIAALIVERTAILU

Opinnäytetyö
Toukokuu 2018



OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2018
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
p. (013) 260 600

Tekijä(t)
Samuli Korhonen

Nimeke
Pihattonavetan rakenteiden materiaalivertailu

Toimeksiantaja
Pauli Härkönen

Tiivistelmä

Nykyään parsinavetat harvenevat ja pihatot yleistyvät. Toimeksiantaja suunnittelee parsinavettansa laajentamista kylmäpihattoon. Pihatto on nykyaikainen ja kustannustehokas vaihtoehto myös lypsykarjalle. Pihatossa naudat kulkevat vapaina ruokailemaan sekä makuupaikoilleen.

Pihatton ensimmäisen osan tarkastelun kohteena olivat eri materiaalit, joita voidaan käyttää kylmäpihaton rakenteissa. Tarkastelussa käytettiin tilaajan toivomia materiaaleja sekä opinnäytetyön tekijän omia valintoja. Vertailtavia kohtia olivat materiaalien kustannukset ja niiden asennukseen tarvittava työmäärä. Oli myös huomioitava materiaalien käyttöikä ja ominaisuudet sekä soveltuvuus kylmäpihattoon. Vertailun jälkeen oli selvillä, mitkä materiaalit olisivat kustannustehokkaimmat sekä laadukkaimmat ratkaisut mahdollisen pitkäikäiseen kylmäpihattoon.

Opinnäytetyön tuotoksena syntyi kustannuslaskelma sekä pohjapiirustus. Kustannuslaskelmassa näkyi laskennallisesti halvin, nopein toteuttaa sekä valittuihin materiaaleihin perustuva laskelma.

Jatkossa tulisi tutkia, miten rakenteisiin vaikuttaa kylmän ja lämpimän pihatton ero. Paljonko näihin tulee eri rakenne- tai materiaaliratkaisuja. Kestävätkö rakenteet paremmin Suomen olosuhteita, jos kyseessä on kylmä pihatto.

Kieli
suomi

Sivuja 19
Liitteet 2
Liitesivumäärä 6

Asiasanat

Pihatto, uudisrakennus, kustannuslaskelma, materiaalivertailu



THESIS
June 2018
Degree Programmes in
Construction Engineering

Tikkarinne 9
FIN 80200 JOENSUU
Tel. (013) 260 600

Author (s)
Samuli Korhonen

Title
Comparing Building Materials of a Freestall Cattle barn

Commissioned by
Pauli Härkönen

Abstract

Nowadays tiestall cattle barns are becoming rare and freestall cattle barn more common. The client of this thesis is planning to increase space and build a freestall cattle barn next to a tiestall cattle barn. Freestall cattle barn is a modern and cost-effective alternative also for dairy cattle. At freestall cattle barn cows are free to roam between the sleeping post and feeding place.

Considering the first part of freestall cattle barn were different kinds of materials that can be used in building a cold freestall cattle barn. The materials examined were chosen by the client and the author of this thesis. The sections which were compared were the prices of materials and the installation time. The materials' service life and features were also taken into account considering their suitability for a cold freestall cattle barn. After the comparison, it was clear which materials should be used and which were the most cost-effective and of the best quality to build a long term cold freestall cattle barn.

The output of this thesis was a calculation of costs and a layout for the freestall cattle barn. The cost calculation included the calculation which was the cheapest, the fastest and which was based on the chosen materials.

As a suggestion for the future, a study could be made on how the difference between cold and farm freestall cattle barn influences the building structures. A study could be made to see if each of these have different kind of solutions and if the building structures of a cold freestall cattle barn last longer in Finland.

Language

Finnish

Pages 19

Appendices 2

Pages of Appendices 6

Keywords

Freestall cattle barn, new construction, calculation of cost, comparing materials

Sisältö

1	Johdanto	5
1.1	Tausta	5
1.2	Työn tavoite	6
1.3	Työn rajaus	7
2	Lähtökohdat	7
3	Vertailtavat rakenteet ja materiaalit	10
3.1	Alapohja	10
3.2	Palkit	11
3.3	Pilarit	14
3.4	Seinät	16
4	Johtopäätökset	19
4.1	Kustannukset	19
4.2	Materiaalivalinnat	19
4.3	Yhteenveto	21
5	Pohdinta	21
	Lähteet	23

Liitteet

Liite 1 Jigi raportti palkin ja pilareiden vahvuudesta

Liite 2 Kustannuslaskelma

1 Johdanto

1.1 Tausta

Tilaaajana toimi Joensuun seudulla toimiva yksityinen maatalousyrittäjä. Tilaaja suunnitteli navettansa laajentamista nykyisestä pienestä parsinavetasta pihattoon. Opetushallituksen (2018a) mukaan parsinavetassa jokainen nauta on kytettyinä kiinni omalle paikalleen (kuva 1). Suomessa toimivista navetoista suurin osa on parsinavetoita. (Opetushallitus 2018a.)



Kuva 1. Parsinavetta. (Opetushallitus 2018a).

Tilaaajan suunnitelmien mukaan parsinavetta korvataan uudella pihatolla. Pihatto on nykyaikainen ja kustannustehokas vaihtoehto myös lypsykarjalle. Pihatossa naudat kulkevat vapaina ruokailemaan sekä makuupaikoilleen. Nykyään parsinavetat harvenevat ja pihatot yleistyvät. (SEY Suomen Eläinsuojeluyhdistysten liitto ry 2018.)

Pihattoja voidaan suunnitella kylmä-, viileä- tai lämminpihattoina. Kustannustehokkain vaihtoehto on kylmäpihatto. (Vana valmisnavetta 2018.) Suomessa pihatoista 85% on lämminpihatoita, eli pihatton sisälämpötila on talvisin +10 - +15 °C (Opetushallitus 2018b). Kylmäpihatossa ei ole lämmöneristeitä eikä lämmitysjärjestelmää (kuva 2) (Opetushallitus 2018c).



Kuva 2. Kylmäpihatto. (Opetushallitus 2018c).

Tilaaajan toiveena oli 40 lehmän kylmäpihatto, jossa on laajentamismahdollisuus peilikuvana harjalinjan toiselle puolelle ja vielä sen jälkeen harjan suuntaisesti. Tässä työssä tarkasteltiin vain nyt rakennettavaa pihatton ensimmäistä osaa, joten laajentamismahdollisuutta ei huomioida materiaali ratkaisuihin.

1.2 Työn tavoite

Pihatton ensimmäisen osan tarkastelun kohteena olivat eri materiaalit, joita voidaan käyttää kylmäpihatton rakenteissa. Tarkastelussa käytettiin tilaaajan toivomia materiaaleja sekä opinnäytetyön tekijän omia valintoja. Työtä ohjasi uudistunut Maa- ja metsätalousministeriön asetus tuettavaa rakentamista koskevista lypsykarjarakennusten rakennusteknisistä ja toiminnallisista vaatimuksista (405/2017), joka oli tullut voimaan elokuussa 2017, joten uudistunutta kirjallisuutta ei vielä ollut käytettävissä navetoiden rakentamiseen.

Vertailtavia kohtia olivat materiaalien kustannukset ja niiden asennukseen tarvittava työmäärä. Oli myös huomioitava materiaalien käyttöikä ja ominaisuudet sekä soveltuvuus kylmäpihattoon. Vertailun jälkeen oli selvillä, mitkä materiaalit olisivat kustannustehokkaimmat sekä laadukkaimmat ratkaisut mahdollisen pitkäikäiseen kylmäpihattoon.

Tilaaaja ehdotti mm. kattoon itsekantavaa peltiä, pilareiksi puisia sähköpylväitä ja lattian pinnaksi asfalttia. Toiveena oli saada parsia kolmeen riviin ja parret hiekkapedillä. Luonnonvaloa haluttiin paljon, joten seinien yläosat tuli olla valoa läpäisevää materiaalia.

1.3 Työn rajaus

Tätä työtä rajattiin siten, että erilaisia rakenneratkaisuja ei lähdetty pohtimaan, sillä valitut ratkaisut sopivat paremmin kylmäpihaton ideaan, missä naudoilla on vapaus liikkua. Kantavat ulkoseinät verrattuna valittuihin kantaviin pilareihin ovat paljon raskasrakenteisemmat ja tuovat lisää kustannuksia.

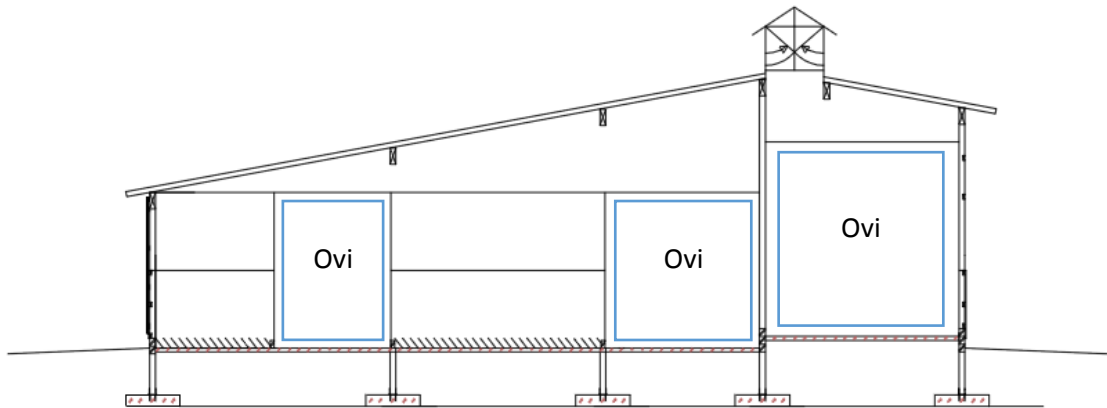
Työtä rajattiin siten, että lypsyasema tai lypsyrobotti on tarkoitus tehdä vasta pihatton ensimmäisen osan jälkeen, joten sitä varten huomioitiin vain tarvittava kulkuväylä. Pihatton valmistutta naudat siirretään mahdollisimman nopeasti pihattoon tila puutteen takia. Lypsy tapahtuu vanhassa parsinavetassa, kunnes lypsyasema tai lypsyrobotti on hankittu ja rakennettu. Lannan poisto tapahtuu pienkuormaajalla, joten lantakourua ei suunniteltu pihattoon. Pohjaa varten tehtävät maatyöt eivät ole kovinkaan suuret ja mahdollista tehdä tilan omilla työkooneilla, joten maatöitä ei käsitelty tässä työssä.

Pihattoa on tarkoitus myöhemmin laajentaa, joten tässä työssä tarkasteltiin tehtävän osan materiaaleja. Materiaalikustannuksissa ei myöskään otettu huomioon toimituskuluja tai mahdollisia kilpailutuksen kautta saatavia hyötyjä materiaalien hinnoissa.

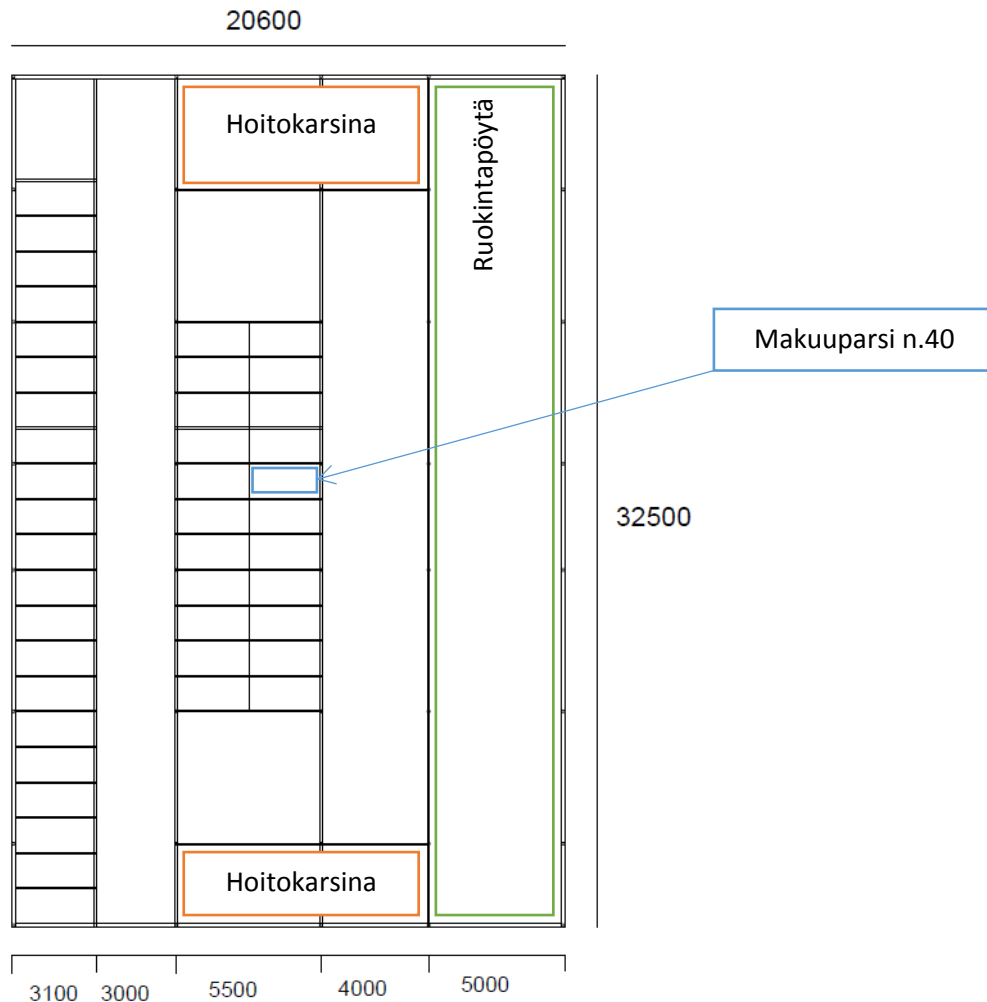
2 Lähtökohdat

Tässä opinnäytetyössä pihattorakennuksen suunnittelun lähtökohtana oli huomioitava tilat 40 lypsävälle naudalle (kuva 3 ja 4). Pihatton havainnointikuvien suunnittelusta vastasi opinnäytetyön tekijä. Pihatto on uudisrakennus ja tulee

vanhan parsinavetan läheisyyteen. Tilojen suunnittelua määritteli maa- ja metsätalousministeriön asetus tuettavaa rakentamista koskevista lypsykarjarakennusten rakennusteknisistä ja toiminnallisista vaatimuksista (405/2017). Asetuksen myötä määräytyi muunmuassa lehmien hoitopaikkojen määrä ja koko, valoala ja juoma-altaan vapaa tila.



Kuva 3. Pihaton poikkileikkauskuva. Oviaukot kuvan havainnollistamiseksi merkattuna kuvaan.



Kuva 4. Pihaton pohjapiirustus, makuuparsia 40, hoitokarsinoita 2.

Tähän kylmäpihattoon suunniteltiin tilat 40 naudalle, joten makuuparsipaikkojen vähimmäismäärä oli 40. Maa- ja metsätalousministeriön asetus tuettavaa rakentamista koskevista lypsykarjarakennusten rakennusteknisistä ja toiminnallisista vaatimuksista (2017) mukaan parsipaikan leveyden ja pituuden on oltava sellainen, missä nauta pystyy luonnollisesti menemään makuulle. Vähimmäisleveys makuuparrella on 1200 mm leveä tila. Makuuparren pituus, kun päät ovat vastakkain, on vähintään 2600 mm, tai kun kyseessä on yksi parsirivi, vähimmäispituus on 2800 mm. (Maa- ja metsätalousministeriön asetus tuettavaa rakentamista koskevista lypsykarjarakennusten rakennusteknisistä ja toiminnallisista vaatimuksista 2017.)

Pihatossa käytävän vähimmäisleveys parsien välillä on 2600 mm. Poikittaisen käytävän vähimmäisleveys on 2400 mm. Ruokintapöydän kohdalla käytävän

vähimmäisleveys on 4000 mm, kun parsia on kolmessa rivissä. Ruokintapöydän vähimmäisleveys yhtä nautaa kohden on 400 mm, kun ruuan saanti on jatkuvaa tai 750 mm, jos ruokinta on ajoittaista. (Maa- ja metsätalousministeriön asetus tuettavaa rakentamista koskevista lypsykarjarakennusten rakennusteknisistä ja toiminnallisista vaatimuksista 2017.)

Pihatossa tuli huomioida nautojen sairaustilat. Yksi hoitokarsina tulee olla jokaista 20 lypsävää kohden ja sen vähimmäiskoko on yhdeksän m² ja lyhemmän sivun mitta vähintään kolme metriä. Hoitokarsinat on merkittävä pohjapiirrookseen. (Maa- ja metsätalousministeriön asetus tuettavaa rakentamista koskevista lypsykarjarakennusten rakennusteknisistä ja toiminnallisista vaatimuksista 2017.) Tässä työssä hoitokarsinoita tuli kaksi kappaletta. Tilaajan kanssa oli sovittu, että poikimistilat tulevat vanhaan parsinavettaan.

Koska pihatto on maatilalla työpaikka, oli sen käytännöllisyyteen kiinnitettävä erityistä huomiota. Sen tietää parhaiten itse käyttäjä, tässä tapauksessa tilaaja. Tässä työssä pyrittiin selvittämään, mitkä materiaalit olisivat viisainta sekä käytännöllisintä valita mihinkin rakenteeseen, ajatellen rakentamiskustannuksia, rakentamisnopeutta sekä ylläpitoa. RIL:n (2013, 43) mukaan maatalousrakennusten suunniteltu käyttöikä on 15–30 vuotta. Tämän vuoksi oli myös käyttöikä otettava huomioon materiaaleissa. Rakenteiden suunnittelussa kannatti myös huomioida rakenuksen mahdollinen muuttaminen muuhun käyttöön tulevaisuudessa.

3 Vertailtavat rakenteet ja materiaalit

3.1 Alapohja

Pihaton pohjapinta-ala on 670 m². Lannan poisto tapahtuu ajettavalla koneella, esimerkiksi traktorilla tai pienkuormaajalla, joten lantakouruja ei tullut. Tasapintainen lattia helpottaa lattiatöiden tekemistä, mikä myös laskee rakennuskustannuksia ja lisäsi mahdollisuuksia tilan muuttamiseksi muuhun käyttöön. Lanta-

käytävälle haluttiin 10 mm/ 1 m kallistus. Ruokintapöydän pinta on 30 cm ylemmänä kuin muu ala. Tämä on samassa tasossa myös hiekkapedin kohdalla, missä hiekkaa tulee noin 25 cm lattian päälle. Lantakäytävät ja parsipaikat erotellaan noin 20 cm korkealla korokkeella, joka on harkosta tai betonista.

Lattia oli tässä tapauksessa betonia tai asfalttia. Lattiapinnan valinnassa tuli huomioida ettei pinta saa olla liukas nautojen sorkkien alla sekä helposti siivotavissa (Evira 2018, 5). Asfaltin kuin myös betonin alle tarvitaan kuormitusta ja kava rakennekerros. Kerroksen paksuus riippui enemmän pohjamaan laadusta kuin lattiamateriaalista.

Alapohjan materiaalien kustannuksia on vertailtu taulukossa 1. Asfaltti on tilaajan ehdotus. Asfaltin kokonaishinnaksi tulee 9581 €, ilman arvonlisäveroa.

Taulukko 1. Alapohjan kustannus. Hintatiedot teoksesta Rakennustieto 2016, 27, 61.

Alapohja 670 m ²	Teräsbetonilaatta	Asfaltti
Materiaali €/m ²	14,28	13,00
Työ €/m ²	6,52	1,30
yhteensä €/m ²	20,80	14,30
Kokonaiskustannus	13936,00	9581,00

Betonipinta ei ole niin liukas kuin asfaltin pinta (Lemminkäinen 2017). Teräsbetonilaattalattian vahvuutena käytettiin tässä tapauksessa 80 mm. Teräsbetonilattian kokonaiskustannus on 13936 € ilman arvonlisäveroa, sisältäen tarvittavan raudoituksen.

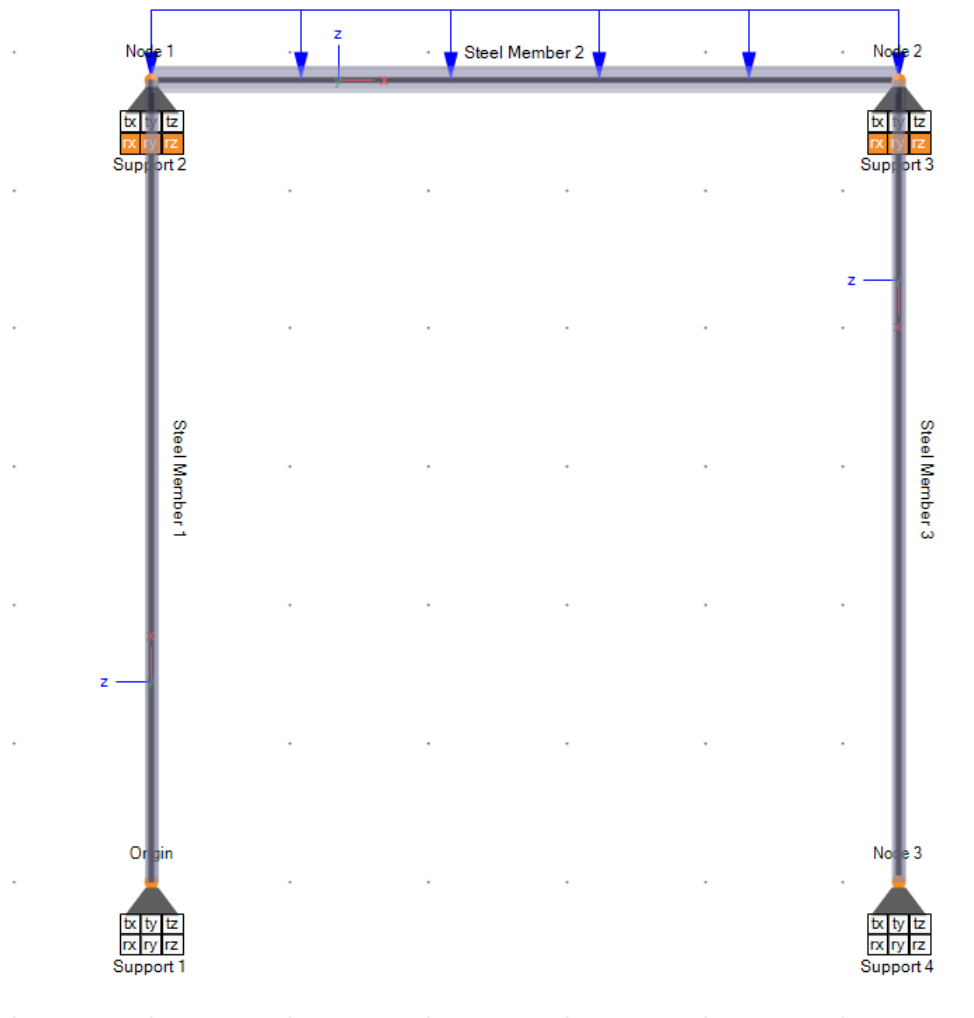
3.2 Palkit

Palkit olisivat puuta tai terästä. Tässä kohdassa tilaaja oli avoin eri ehdotuksille. Palkkien kustannukset on laskettu taulukossa 2. Palkkeja tulee viisi linjaa. Palkkeja tarvitaan yhteensä 162,5 metriä.

Taulukko 2. Palkkien kustannukset. Hintatiedot teoksesta Rakennustieto 2016, 112.

	Puupalkki	Teräspalkki
Palkit 162,5 m	90x405 mm	HEB 200 mm
Materiaali €/m	26,67	101,15
Työ €/m	6,63	7,35
Yhteensä €/m	33,3	108,5
Kokonaiskustannus	5411,25	17631,25

Koska palkit ovat kantavia, tulee niille laskea kuormitus. Suurimman rasituksen kohdan palkki sekä pilarit ovat esitetty kuvassa 5. Palkkien jännemitat vaihtelevat 3100 – 5400 mm välillä. Kuormitus on suuntaa antava, jotta päästiin oikeaan kokoluokkaan kiinni. Lumikuormitus laskettiin Puuinfon (2018, 11–12) mukaan tähän työhön 2 kN/m², kun katon kaltevuus on 10,9°, ja muuta kuormaa 1,5 kN/m², mistä tuli yhteensä 3,5 kN/m². Lumikuorma on Joensuun alueella 2,5 – 2,75 kN/m² välillä, mutta lumikuormituksen laskemiseen vaikuttaa katon kaltevuus. (Puuinfo 2018, 11–12.) Suurin kuormitus palkille tulee kapeamman lantaikäytävän vieressä olevalla palkkilinjalla. Siinä kuormitusta tulee 5,7 metrin leveydeltä, josta saadaan 19,95 kN/m.



Kuva 5. Havainnekuva suurimman rasituksen kohteena olevasta palkista sekä pilareista.

Teräs- ja puupalkin koko on laskettu Jigi-ohjelmalla, jossa käytettiin laskennassa mukana palkille tulevaa kuormitusta (liite 1). Puupalkeissa koko kasvoi sahatavara mitoista suuremmaksi, joten oli siirryttävä liimapuuhun. Puupalkin koko olisi 90x405 mm, tällöin saadaan riittävä kantavuus. Teräspalkki olisi HEB 200, jota tarvitaan 162,5 metriä.

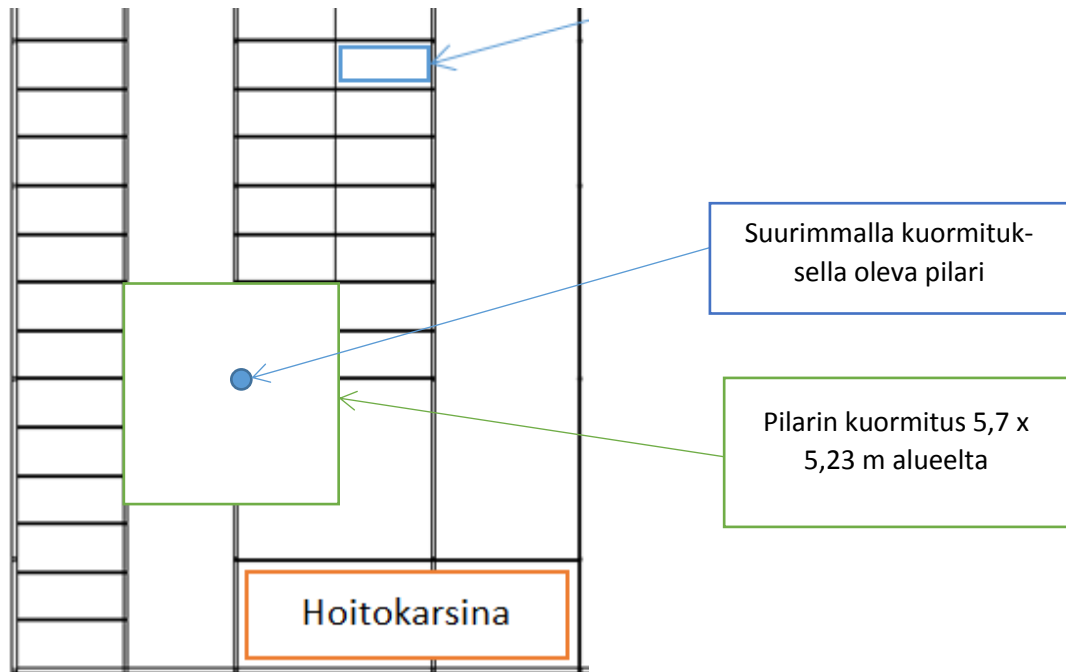
Työstettävyys puun ja metallin välillä ei ole suuri, mutta kiinnitys on puuta käytettäessä helpompi. Metallin hitsaukseen monesti vaaditaan tarvittavat hitsausluokat suorittanut metallimies hitsaamaan. Toinen vaihtoehto on tehdä liitokset pulteilla, jolloin ei tarvita erikoistunutta metallimiestä. Puupalkin tapauksessa tavallinen rakennusmies voi suorittaa tarvittavan kiinnityksen naulaamalla tai ruuvaamalla, suunnittelijalta saadun ohjeen mukaan.

Oli myös huomioitava palkkien kestoikä. Viitanen (2018, 114-115) mukaan puussa materiaali vaikuttaa kestävyYTEEN sekä käyttöikään. Koska liimapuu-palkki on yleensä kuusta tai mäntyä, on suositeltavaa niiden käsittely käyttöiän jatkamiseksi sekä kestävyYDEN takaamiseksi. (Viitanen 2018, 114-115.) Liimapuun pinta käsitellään ehkäisemään halkeamista, suojelemaan kosteudelta ja saamaan toivottu ulkonäkö. Sitä voidaan suojata käyttämällä kemiallisia puunsuoja-aineita, kuullotteita, lakkoja tai peittomaaleja. (Suomen liimapuuyhdistys ry & Puuinfo oy 2015, 20.)

3.3 Pilarit

Pilareissa valinta tapahtui puupilarin ja teräspilarin välillä. Pilarijako määräytyi pitkälti kulkuväylien mukaan. Pilarilinjat tulivat myös ulkoseiniin. Pilarit olivat mastopilareita, eli alapää on jäykkä ja yläpää nivelletty. Mastopilarit ottavat vastaan myös tuulikuorman, jota tässä työssä ei ole huomioitu, tuulikuorma lisää pilariin kohdistuvaa rasitusta, ja siitä johtuen kasvattaa pilarin kokoa. Pilareita tuli kaikkiaan 252 metriä, niiden keskeltä keskelle välit vaihtelivat 3100 – 6100 mm välillä. Pilareita tuli yhteensä 40 kpl. Pilareiden pituuden vaihtelivat 4800 – 7700 mm välillä.

Suurin kuormitus yksittäiselle pilarille tuli noin 30 m²:n alueelta, josta kertyi kuormaa 110 kN (kuva 6). Kuormitus oli laskettu pilarille 5,7x5,23 m x 3,5kN/m². Kuormitusta oli pyöristetty ylöspäin, jotta saatiin suurempi varmuus kantavuudesta.



Kuva 6. Suurin kuormitus pilarille.

Teräksinen pilari hitsataan perustukseen valettavaan kiinnityslevyyn. Puinen pilari tulisi kiinni perustukseen valettavaan palkkikenkään. Kummassakin, etenkin puisen pilarin kohdalla, oli huomioitava maan kosteus ja suojattava pilaria siltä.

Tilaaaja ehdotti käytettyä sähköpylvästä. Tähän asiaan vaikuttaa riittääkö kantavuus, joten muussa tapauksessa liimapuupilari. Tukesin (2012) mukaan sähköpylvään käyttöön vaikuttaa myös niiden myrkyllisyys, sillä ne ovat yleensä käsitelty CCA-kyllästeellä. Kylläste sisältää kromia sekä arseenia, jotka ovat erittäin myrkyllisiä aineita ihmisille. Kuitenkin sähköpylväitä voidaan käyttää ammattilaiskäyttöön esimerkiksi nautakarjan ympäristön turvallisuuden takaamiseksi. Tällöin kuitenkin tulee ottaa huomioon ettei sähköpylväät ole kosketuksissa nautakarjan ruuan kanssa. Pylväistä voi irrota myrkyllisiä yhdisteitä, joita voi päätyä nautojen ruokaan ja sitä kautta ihmiseen nautanlihan mukana. (Tukes 2012.) Koska sähköpylväille ei löydy virallista hintaa, niitä ei vertailla hinnan suhteen taulukossa 3.

Taulukko 3. Pilareiden kustannukset. Hintatiedot teoksesta Rakennustieto 2016, 111.

	Liimapuupilari	Teräspilari
Pilareita 252 m	140x140mm	100x100x6mm
Materiaali €/m	17,55	30,29
Työ €/m	8,92	9,39
yhteensä €/m	26,47	39,68
Kokonaiskustannus	6670,44	9999,36

Liimapuupilarin koko olisi 140x140 mm. Teräspilarin koko olisi 100x100x6 mm. Pilareita tarvittaisiin 252 m.

3.4 Seinät

Seiniin on mahdollista tehdä useita erilaisia variaatioita, kuten tiiliverhottu- tai elementtiseinä. Tässä tapauksessa seinän perusmuuri tehdään harkoista ja siitä ylöspäin vertaillaan eri materiaaleja. Seinässä on kaksi osaa mitä tarkastella. Ensimmäinen osa mitä tarkasteltiin, on sokkelista noin metrin ylöspäin olevaa kiinteää ja tukevaa seinää. Toinen tarkasteltava osa oli noin metristä räystäälle asti siten, että siinä tuli olemaan mahdollisimman paljon valoa läpäisevää alaa. Maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa tuettavaa rakentamista koskevista lypsykarjarakennusten rakennusteknisistä ja toiminnallisista vaatimuksissa (2017) kerrottiin näin:

”Luonnonvalon saamiseksi eläintilassa on oltava ikkunoita tai muita niitä vastaavia valoaukkoja vähintään 5 prosenttia eläintilan lattiapinta-alasta”.

Joten valoalaa täytyi olla vähintään 33,5 m². Tämä täyttyi jo alle metrin korkealla valoaukolla yhdellä pitkällä seinällä. Koska kyseessä on kylmäpihatto, ei lämmöneristeitä tarvittu.

Seinän alaosaan pohdittiin kahta eri vaihtoehtoa (taulukko 4). Yksi vaihtoehto oli jatkaa harkoilla seinää noin metrin korkeuteen. Toinen vaihtoehto oli tehdä puu-

runkoinen seinä, joko puuverhouksella tai peltiverhouksella. Rakennuksen piiri on 107 metriä, kun vähennetään ovien osuus jää seinän ala osan pituudeksi 83 metriä.

Taulukko 4. Seinien alaosan kustannus. ALV 0%. Hintatiedot teoksesta Rakennustieto 2016, 89, 93, 148 – 149.

	Harkko	Puurungolla oleva puuverhous	Puurungolla oleva peltiverhous
Seinien alaosa 83 m ²			
Materiaali €/m ²	107,50	24,17	41,34
Työ €/m ²	40,03	32,80	27,23
yhteensä €/m ²	147,53	56,97	68,57
Kokonaiskustannus	12244,99	4728,51	5691,31

Harkko vaihtoehtona oli 380 mm leveä, 190 mm korkea ja 590 mm pitkä kevytsoraeristeharkko. Taulukkoon on huomioitu harkon kohdalla laastin kustannus. Sen kokonaiskustannuksena on 12244,99 €.

Toisena julkisivun ulkoverhous vaihtoehtona oli puupaneeli- tai peltiverhous. Jos käytetään puu- tai peltiverhous vaihtoehtoa, tulee kumpaankin samanlainen puurunko. Runkotavara oli 48x173 mm mitallistettua sahatavaraa. Puuverhouksena olisi 28x120 mm pontattu ulkoverhouslauta. Peltiverhouksena olisi teräs-poimulevy 0,9 mm. Kummassakin tapauksessa kiinnikkeet sisältyy hintaan.

Jos seinän alaosa on puurunkoinen, eli julkisivu tulee puu- tai peltiverhous vaihtoehdolla, sisäpuolelle tulee kumpaankin vaihtoehtoon 18 mm paksu filmivaneri. Filmivaneria tarvitaan 83 m², jolloin hinnaksi tulee 2061,72 €. Tästä puuttuu filmivanerin työkustannus. Kun mukaan lasketaan puurunko sekä sisäpuolen filmivaneri, puuverhous tulisi maksamaa 6790,23 € ja peltiverhous 7753,03 €. Hintatiedot filmivanerille otettu teoksesta Rakennustieto (2016, 248).

Tilajalla oli seinän ylempään osaan ehdotuksena valoaläpäisevä kangas. Toisena vaihtoehtona oli avattavaa valokatetta. Näissä kummassakin vaihtoehdossa tuli ottaa huomioon laskettaessa viiden prosentin luonnonvalon läpäisevyys,

eli 670 m² lattiapinta-alasta se tarkoitti käytännössä vähintään 33,5 m² alaa. Toiveena oli, että yläosaa saadaan auki kesäksi ilmankierron takia. Tässä työssä ei tarkasteltu tarkemmin aukaisumekanismeja, vaan ne määräytyvät valittavan yläosan mukaan. Yläosaan haluttiin myös este estämään lintujen pääsyä pihattoon esimerkiksi verkko.

Valoaläpäisevä osan vaihtoehtona oli mainoskangas, jolla on tuulta ja valoa läpäisevä ominaisuus. Kangasta tarvittaisiin 33,5 m², jotta päästään minimi vaatimukseen. Yhtenä esimerkkinä mainoskankaasta voisi olla Mainospuu (2018) PVC mesh –banneriin käytettävä kangas, jota mainostetaan tuulta ja valoa läpäiseväksi sekä ulkokäyttöön soveltuvaksi. Kankaan hintaa ei voi tietää, sillä kankaita ei yleensä yksityiskäyttöön ole myynnissä, joten asiasta pitäisi pyytää tarjous.

Toisena vaihtoehtona oli valokate. Valokatteen hinta on 38,20 €/m². Katetta tarvitaan yhteensä 33,5 m², joten kokonaishinnaksi muodostuu 1279,70 €. Kustannuksia tulee lisää työstä. Hintatiedot otettu teoksesta Rakennustieto (2016, 248).

Ylemmän osan runko tehdään samalla tavalla kuin alaosan, määrät vain muuttuivat. Valoaläpäisevän pinnan alle jää runkoa 33,5 m², jonka kustannukseksi tulee 820,75 €. Julkisivuverhouksen ylemmän osan ala on 280 m². Taulukossa 5 on laskettu seinien yläosan kustannukset puu- tai peltiverhous vaihtoehdoilla.

Taulukko 5. Seinien yläosan kustannukset. Hintatiedot teoksesta Rakennustieto 2016, 89, 148-149.

	Suorite määrä	Yksikkö	Työkustannus, €/m ²	Työkustannukset €	Materiaali €/m ²	Materiaali kustannukset €	Kustannukset yhteensä
Puuverhous	280	m ²	32,80	9184,00	24,17	6767,60	15951,60
Peltiverhous	280	m ²	27,23	7624,40	41,34	11575,20	19199,60

Puuverhouksena olisi 28x120 mm pontattu ulkoverhouslauta, kuten seinän alaosassa. Samoin peltiverhouksena olisi samaa kuin seinän alaosaan käytettyä

teräspoimulevyä 0,9 mm. Kummassakin tapauksessa kiinnikkeet sisältyvät hintaan.

4 Johtopäätökset

4.1 Kustannukset

Nykyisin maatalouden ollessa tiukilla halutaan saada mahdollisimman edullisia materiaaleja ja ratkaisuja. Osittain myös siksi, että välttämättä ei ole varaa korkealaatuisiin investointeihin. Kustannuksien osalta etsitään edullisimpia vaihtoehtoja. Myös itse tekeminen kannattaa, riippuen taidoista, ajasta ja kalustosta.

Tässä työssä olevissa hinnoissa ja summissa ei huomioitu toimituskuluja. Rakentamiseen tarvittavien tuotteiden määrät laskettiin tarkasti, mutta kun oli kyseessä näin suuria tuote-eriä, on kannattavaa kilpailuttaa. Puutavaran voi ostaa rautakaupasta tai sen voi myös sahuuttaa omista puista omalla tontilla.

Rakennuksen rungon materiaalikustannuksiin täytyy tämän työn jälkeen lisätä vielä vesikatto ja ovet sekä maanrakennustyöt. Näiden lisäksi tulee vielä tekniikka, mitkä tässä tapauksessa ovat sähkö- ja putkitöitä. Tilaajan toiveesta vesikatto olisi itsekantavalla kattopellillä tehty. Tähän tilaaja ei halunnut miettiä muuta vaihtoehtoa. Koska rakennustieto (2016) kirjassa ei itsekantavalla kattopellillä olevaa vesikaton hintaa ollut, ei tähän voinut hintaa laskea luotettavasti. Kun lähdetään tarkastelemaan kokonaishintaa tulee kalustus vielä lisätä tähän. Kalustukseen tulee lähinnä nautojen parret ja karsina-aidat. Tähän työhön lasketut hinnat ovat arvonlisäverottomia.

4.2 Materiaalivalinnat

Kustannusten osalta materiaalien valinta oli helppoa. Tarkasteltiin vain mitkä olivat halvimpia materiaaleja, mutta valitut materiaalit ovat hinta-laatu suhteeltaan parhaiten tilaajaa palvelevat. Liitteessä 2 on tarkasteltu yhteenkoottuna

kaikkien tarkasteltujen osien hinnat sekä kokonaishinta halvimman, vähiten työ-aikaa vievän ratkaisun ja valittujen materiaalien mukaan. Kuitenkin valintoihin vaikuttaa hinnan lisäksi myös huollettavuus sekä materiaalin käyttöikä. Tämän vuoksi tarkastelin sekä pohdin, mitkä materiaalit olivat kokonaisuudessaan käytännöllisimmät sekä kustannustehokkaimmat ratkaisut.

Lattiassa valitsin asfaltin. Ratkaisevana tekijänä valinnassa oli rakentamisnopeus. Lattia pinta-alan suuruudesta johtuen teräsbetonilattian tekeminen on pitkäkestoinen työ, joka lisää lattiakustannuksia. Käytettävyyden kannalta oli enemmän kyse mielipiteistä koskien materiaalien ominaisuuksia kuin käytännöllisyydestä.

Palkkien kohdalla valitsin puupalkin. Tässä kohdassa hinta oli yksi ratkaisevista tekijöistä. Toinen melko ratkaiseva tekijä oli materiaalin paino ja työstettävyys. Esimerkiksi sähköjohdot ja valaisimet ovat helpommat kiinnittää puiseen, kuin teräksiseen palkkiin. Kumpaankin metalli- kuin myös puupalkkiin suosittelen pintakäsittelyä rakennuksen sisällä olevan kosteuden takia. Palkkien toimituksessa tai asennuksessa ei ole suuria eroja puisten tai teräksisten palkkien välillä.

Pilareissa ratkaisevaa oli hinta, tämän vuoksi valitsin puisen pilarin. Hinnassa puupilari oli edullisempi melkein kolmanneksen verrattuna teräksiseen.

Seinien alaosaan valitsin puurungon ja puujulkisivun. Suurimpana tekijänä oli hintaerot. Yläosaan valitsin puuverhouksen puurungolla sekä valoaukkoon kankaan. Ulkonäkösyistä tulisi seinien ylä- ja alaosiin sama julkisivuverhous. Puu materiaalina on peltiä joustavampi ja täten kestää paremmin pieniä kolhuja. Puuta on myös helpompi korjata kuin peltiä. Valoaukkoon valitsin kangas vaihtoehdon, koska siihen riittää kevyempi rakenteinen avausmekanismi, joka alentaa kustannuksia. Tähän täytyi huomioida kankaan hinta ja pohtia missä vaiheessa valokate oli kannattavampi vaihtoehto.

4.3 Yhteenveto

Näillä vaihtoehtoilla hinnaksi tuli 44404,52 € näillä olemassa olevilla hintatiedoilla. Tässä oli muistettava, että kyseinen hinta koostui materiaaleista sekä laskennallisista työkuluista. Summa ei sisällä arvonlisäveroa sekä toimituskuluja. Arvonlisäverollinen hinta oli 55061,60 €. Onkin järkevää kilpailuttaa tavarantoimittajat.

Rakennuksen sähkö- ja putkikustannuksia oli hieman hankala arvioida, koska kyseessä ei ole tavanomainen tai yleinen rakennus, johon olisi olemassa valmiita tai esilaskettuja stantardeja. Tuli myös huomioida näihin töihin vaadittavat erityisosaamiset ja pätevyudet.

5 Pohdinta

Tätä opinnäytetyötä tehdessä olen pyrkinyt luotettavuuteen sekä eettisyyteen käyttämällä mahdollisimman ajantasaisia lähteitä, sekä uusimpia määräyksiä, jotka koskevat maatalouden rakentamisen ratkaisuja. Rehellisyys tätä opinnäytetyötä raportoidessa lisää työn luotettavuutta. Eettisyyden periaatteet on huomioitu tässä työssä käyttämällä asianmukaisesti lähteitä ja viittaamalla lähteisiin, jos teksti ei ole ollut omaa johtopäätelmää.

Tässä opinnäytetyössä tuotoksena tullut kustannuslaskelma pihattonavetan rakentamiseen on suuntaa antava tilaajalle. Koska kaikkia rakentamiseen liittyviä muuttujia ei voida millään pohtia, esimerkiksi työn viivästyminen tavarantoimituksen viiveestä johtuen, on otettava huomioon, että todelliset rakentamiskustannukset voivat olla paljon suuremmat tai mahdollisesti matalammat.

Tilaajalle tästä työstä jää käteen suunnitelma pihaton pohjapiirustuksesta sekä tilamitoitus. Tilaaja ei ole vielä lähtenyt rakentamaan pihattoa, vaan haluaa suunnitella rauhassa mihin sijoittaa tulevan lypsyaseman. Tilaajan on tarkoitus lähteä pihattoa rakennuttamaan tulevana vuotena.

Tämän opinnäytetyön aikana opin, että tärkeää on suunnitella itselle aikataulu työn toteuttamista varten. Liika kiire ja jo työelämään lähteminen ennen opinnäytetyön loppuun saattamista, saattoi minut tilanteeseen, jossa opinnäytetyön tekeminen jäi taka-alalle. Olen kuitenkin oppinut, että tarkka perehtyminen lähteisiin sekä suunnitelman tekeminen perusteellisesti luovat minulle lisää taitoja hoitaa töitäni. Rakennuksen suunnitteleminen sekä eri materiaaliratkaisujen miettiminen auttoivat minua näkemään paremmin, miten huonot ratkaisut rakentamisessa vältetään.

Jatkossa tulisi tutkia, miten rakenteisiin vaikuttaa kylmän ja lämpimän pihatton ero. Paljonko näihin tulee eri rakenne- tai materiaaliratkaisuja. Kestävätkö rakenteet paremmin Suomen olosuhteita, jos kyseessä on kylmä pihatto.

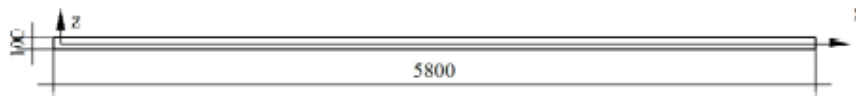
Lähteet

- Evira. 2018. Nauta – eläinsuojelulainsäädäntö koottuna. <https://www.evira.fi/globalassets/tietoa-evirasta/julkaisut/esitteet/elaimet/nauta-eläinsuojelulainsaadantoa-koottuna.pdf> 13.3.2018
- Lemminkäinen. 2017. Maatilan asfaltti. <http://www.lemminkainen.fi/asfaltti-ja-paallystaminen/maatila-asfaltti/> 15.11.2017.
- Maa- ja metsätalousministeriön asetus tuettavaa rakentamista koskevista lypsykarjarakennusten rakennusteknisistä ja toiminnallisista vaatimuksista. 2017. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170405>. 10.3.2018.
- Mainospuu. 2018. Kangas- ja bannermateriaalit. <http://mainospuu.fi/tuotteet/banderollit/kangas-ja-bannermateriaalit/>. 20.3.2018.
- Opetushallitus. 2018a. Parsinavetta. <http://www.e-oppikirja.fi/oph/tuotantoelainten-terveys-ja-hyvinvointi/nauta/navettatyypit/parsinavetta/>. 8.4.2018.
- Opetushallitus. 2018b. Lämminpihatto. <http://www.e-oppikirja.fi/oph/tuotantoelainten-terveys-ja-hyvinvointi/nauta/navettatyypit/lamminpihatto/>. 1.5.2018.
- Opetushallitus. 2018c. Kylmäpihatto. <http://www.e-oppikirja.fi/oph/tuotantoelainten-terveys-ja-hyvinvointi/nauta/navettatyypit/kylmapihatto/>. 1.5.2018.
- Rakennustieto. 2016. ROK Rakennusosien kustannuksia 2016. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- RIL. 2013. RIL 216-2013. Rakenteiden ja rakennusten elinkaaren hallinta. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry.
- SEY Suomen Eläinsuojeluyhdistysten liitto ry. 2018. Maidontuotanto. <http://www.nautatieto.fi/tuotanto/maidontuotanto>. 8.4.2018.
- Suomen liimapuu yhdistys ry & puuinfo oy. 2015. Liimapuukäsikirja osa 2. https://www.puuinfo.fi/sites/default/files/Liimapuuk%C3%A4sikirja%20Osa%202_0.pdf. 1.5.2018.
- Tukes. 2012. Älä osta myrkyllisiä sähköpylväitä. <http://www.tukes.fi/fi/Ajankohtaista/Tiedotteet/Biosidit/Ala-osta-myrkyllisia-sahkopylvaita/> 13.3.2018.
- Vana valmisnavetta. 2018. Pihattonavetta – kylmä vai lämmin?. <http://www.valmisnavetta.fi/navetan-suunnittelu/pihattonavetta-kylma-vai-lammin>. 8.4.2018.
- Viitanen, H. 2018. Puurakenteiden kestoikä. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK110402.pdf>. 23.4.2018

EN 1993-1-1 Steel Member Design

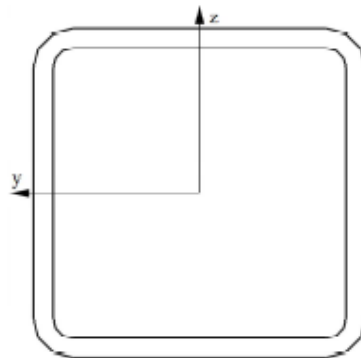
Member data

Name: Steel Member 1
Length: 5800 mm
Profile: SHS 100x100x6
Material: S355



Cross section plot

$I_y = 3,11474E-06 \text{ m}^4$
 $I_z = 3,11474E-06 \text{ m}^4$
 $A_x = 0,00216329 \text{ m}^2$



Verifications

Cross section class at point 1864 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	Class: 1 ✓
Normalforce 5800 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,00 ✓
Shear Z in point 5800 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,01 ✓
Shear Y in point 5800 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,00 ✓
Torsion in point 5800 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,01 ✓
Bending Y in point 5800 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,23 ✓
Bending Z in point 5800 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,00 ✓
Bi-axial bending in point 5800 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,09 ✓
Buckling y in point 0 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,00 ✓
Buckling z in point 0 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,00 ✓
Torsional buckling 0 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,00 ✓
Lat. torsional buckl. with combination 1: Load: Permanent	at point: 0,00 ✓
Moment compression interaction with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,16 ✓
Displacement Z at point 3935,7 mm with char. comb. 3: SLS Char 1.0 Permanent	$\delta = 9 / 19$ mm
Displacement Y at point 5800,0 mm with char. comb. 3: SLS Char 1.0 Permanent	$\delta = 0 / 19$ mm



VERIFIED: Steel member verified. Highest usage ratio was 45,4 % Used verification standard: EN 1993-1-1 General. Weakest component is Displacements z.

EN 1993-1-1 Steel Member Design

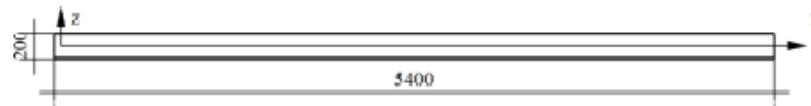
Member data

Name: Steel Member 2

Lenght: 5400 mm

Profile: HEB 200

Material: S355

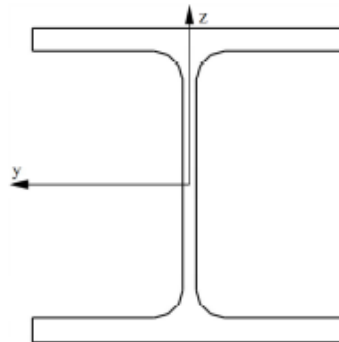


Cross section plot

$$I_y = 5,69618E-05 \text{ m}^4$$

$$I_z = 2,00337E-05 \text{ m}^4$$

$$A_x = 0,00780812 \text{ m}^2$$



Verifications

Cross section class at point 0 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	Class: 1 ✓
Normalforce 5400 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,00 ✓
Shear Z in point 5400 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,15 ✓
Shear Y in point 5400 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,00 ✓
Torsion in point 5400 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,15 ✓
Bending Y in point 2700 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,42 ✓
Bending Z in point 5400 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,00 ✓
Bi-axial bending in point 2700 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,17 ✓

Buckling y in point 0 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,00 ✓
Buckling z in point 0 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,00 ✓
Torsional buckling 0 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,00 ✓
Lat. torsional buckl. with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,52 ✓
Moment compression interaction with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,00 ✓
Displacement Z at point 2700,0 mm with char. comb. 3: SLS Char 1.0 Permanent	$\delta = -18 / 18$ mm
Displacement Y at point 5400,0 mm with char. comb. 3: SLS Char 1.0 Permanent	$\delta = 0 / 18$ mm

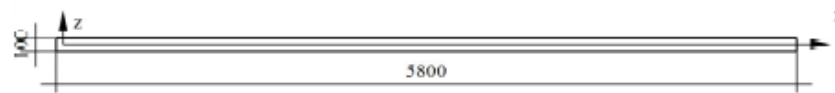


VERIFIED: Steel member verified. Highest usage ratio was 97,9 % Used verification standard: EN 1993-1-1 General. Weakest component is Displacements z.

EN 1993-1-1 Steel Member Design

Member data

Name: Steel Member 3
Lenght: 5800 mm
Profile: SHS 100x100x6
Material: S355

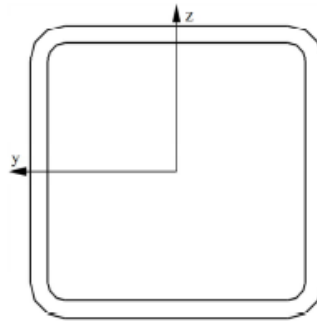


Cross section plot

$$I_y = 3,11474E-06 \text{ m}^4$$

$$I_z = 3,11474E-06 \text{ m}^4$$

$$A_x = 0,00216329 \text{ m}^2$$



Verifications

Cross section class at point 3729 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	Class: 1 ✓
Normalforce 5800 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,00 ✓
Shear Z in point 5800 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,01 ✓
Shear Y in point 5800 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,00 ✓
Torsion in point 5800 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,01 ✓
Bending Y in point 0 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,23 ✓
Bending Z in point 5800 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,00 ✓
Bi-axial bending in point 0 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,09 ✓
Buckling y in point 5800 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,00 ✓
Buckling z in point 5800 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,00 ✓
Torsional buckling 5800 mm with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,00 ✓
Lat. torsional buckl. with combination 1: Load: Permanent	at point: 0,00 ✓
Moment compression interaction with combination 2: ULS 1,35 Permanent	at point: 0,16 ✓
Displacement Z at point 1864,3 mm with char. comb. 3: SLS Char 1.0 Permanent	$\delta = -9 / 19 \text{ mm}$
Displacement Y at point 5800,0 mm with char. comb. 3: SLS Char 1.0 Permanent	$\delta = 0 / 19 \text{ mm}$



VERIFIED: Steel member verified. Highest usage ratio was 45,4 % Used verification standard: EN 1993-1-1 General. Weakest component is Displacements z.

Liite 2 Kustannuslaskelma

		Materiaalin hinta / yksikkö	Materiaalin kokonaishinta	Työhinta / yksikkö	Työn kokonaishinta	Kustannukset yhteensä	Työtunteja / 1 työntekijä
Lattia	Teräsbetoni-laatta 80 mm	14,28	684,28	6,52	4368,40	5052,68	140,7
670 m2	Asfaltti, koneellisesti	13,00	8710,00	1,30	871,00	9581,00	33,5
Palkit	Teräspalkki HEB 200 mm	101,15	16436,88	7,35	1194,38	17631,25	29,3
162,5 m	Liimapuupalkki L40 90x405 mm	26,67	4333,88	6,63	1077,38	5411,25	32,5
Pilarit	Teräspilari, putkipalkki 100x100x6 mm	30,29	7633,08	9,39	2366,28	9999,36	58,0
252 m	Liimapuupilari L40, 140x140 mm	17,55	4422,60	8,92	2247,84	6670,44	67,2
Seinien alaosa	Puurunko 48x173 + Teräspoimulevyverhous 0,9 mm	41,34	3431,22	27,23	2260,09	5691,31	63,1
83 m2	Puurunko 48x173 + Vaakaponttilaudoitus 28 mm	24,17	2006,11	32,80	2722,40	4728,51	81,3
	Filmivaneri 18 mm	24,84	2061,72			2061,72	
	Kevytsoraeristeharkko 380 mm	107,50	8922,50	40,03	3322,49	12244,99	107,1
Seinien yläosa	Puurunko 48x173 + Teräspoimulevyverhous 0,9 mm	41,34	11575,20	27,23	7624,40	19199,60	212,8
280 m2	Puurunko 48x173 + Vaakaponttilaudoitus 28 mm	24,17	6767,60	32,80	9184,00	15951,60	274,4
		Kokonaishinta €	Työtunti määrä yhteensä	ALV 24%	Kokonaishinta € ALV 24%		
	Halvin vaihtoehto	39876,20	596	9570,29	49446,49		
	Nopein rakentaa	64164,24	397	15399,42	79563,66		
	Valitut rakaisut	44404,52	489	10657,08	55061,60		

Hintatiedot teoksesta Rakennustieto (2016)