



Tuotantohallin suunnittelu ja sen kustannuslaskenta

Tony Kankaanpää

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för BYGGNADSTEKNIK

Vasa 2021

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Tony Kankaanpää
Koulutusohjelma ja paikkakunta: Rakennustekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot: Rakennustuotanto
Ohjaajat: Leif Östman

Nimike: Tuotantohallin suunnittelu ja sen kustannuslaskenta

Päivämäärä 6 . 6 . 2 0 2 1 Sivumäärä 32 Liitteet 49

Tiivistelmä

Tämä insinööryö on laadittu rakennusliike KI-Group Oy:lle. Työssä suunniteltiin kaksi eri tuotantohallin vaihtoehtoa sekä selvitettiin DLT-elementin tuotantoa. Molemmista hallin vaihtoehtoista tehtiin myös kustannuslaskelmat. Työn tarkoitus oli luoda alustaa yritykselle hankkeen suunnittelusta sekä arvioinnista .

Työssä suunniteltiin hallit ja sosiaalitilat yrityksen antamien lähtötietojen perusteella. Hallivaihtoehdot tulivat olemaan laajuudeltaan noin 500 brm² ja sosiaalitilat 75 brm².

Työhön kuului myös energialaskelma, rakennustapaselostus sekä selvitys palomääräyksistä.

Kieli: Suomi

Avainsanat: DLT, tuotantohalli, luonnossuunnittelu,
kustannusarvio

EXAMENSARBETE

Författare: Tony Kankaanpää
Utbildningsprogram och ort: Byggnadsteknik, Vasa
Inriktningsalternativ/Fördjupning: Byggnadsproduktion
Handledare: Leif Östman

Titel: Planering av produktionshall och dess kostnadsberäkning

Datum 6.6.2021

Sidantal 32

Bilagor 49

Abstrakt

Detta tekniska arbete har utförts för byggföretaget KI-Group Oy. I arbetet planerades två alternativ av produktionshall och sociala utrymmen samt redogjordes production av DLT. Det gjordes kostnadsberäkningar också för båda alternativen. Syftet med arbetet var att skapa underlag för företaget att planera och utvärdera projektet.

På jobbet kunde jag utforma hallen och sociala faciliteter baserat på den ursprungliga informationen från företaget. Hallarna blev cirka 500 brm och de sociala faciliteterna 75 brm.

Arbetet omfattade också en energiberäkning, en beskrivning av byggnadsmetoden och en beskrivning av brandreglerna.

Språk: Finska

Nyckelord: DLT, produktionshall, skissplanering,
kostnadberäkning

BACHELOR'S THESIS

Author: Tony Kankaanpää
Degree Programme: Civil engineering, Vasa
Specialization: Construction Management
Supervisors: Leif Östman

Title: Planning of a Production Facility and its Cost calculation

Date 6.6.2021 Number of pages 32 Appendices 49

Summary

This engineering work has been done for the construction company KI-Group Oy. In the work, a production hall with two different solutions including social facilities was planned. Also, production of DLT was presented. There was also cost calculations made for the halls. The purpose of the work was to create input for the company to plan and evaluate the project.

At work, I was able to design the halls and social facilities based on the initial information provided by the company. The halls eventually came to be about 500 brm and the social facilities 75 brm.

The work also included an energy calculation, a description of the building method and a description of the fire regulations.

Language: Finnish Key words: DLT, production hall, conceptual design,
cost estimate

Sisällysluettelo

1	Johdanto	1
1.1	Tavoitteet	1
1.2	Menetelmät.....	2
1.3	Tilaaja.....	2
1.4	Tulos ja päätelmät	2
2	DLT	4
2.1	DLT:n Valmistus	5
2.2	DLT Profiilit.....	6
2.3	DLT:n Käyttökohteet	7
2.4	DLT:n Suorituskyky	8
2.5	DLT:n ominaisuudet ja testaus	9
2.6	DLT prässin tiedot.....	13
3	Suunnittelu.....	14
3.1	Suunnittelun lähtötiedot	14
3.2	Tontti.....	14
3.3	Suunnittelun aloitus	15
4	Luonnosten jatkotyöstö.....	16
4.1	Luonnosten viimeistely.....	16
5	Hallin rakenneratkaisut.....	17
5.1	Suunnitellut rakenteet.....	17
5.2	Alapohja	19
5.2.1	Yläpohja.....	19
5.3	Sosiaalitalan rakenneratkaisut	19
5.3.1	Alapohja	19
5.3.2	Ulkoseinät.....	20
5.3.3	Yläpohja.....	20
5.3.4	Välipohja	20
6	Energiatodistus	22
7	Paloturvallisuus	23
7.1	Paloluokat	23
7.2	Palovaarallisuusluokka	25
7.4	Pintamateriaalit.....	25
7.5	Uloskäytävät.....	27
8	Kustannuslaskelma.....	30
9	Lopputulos	30
10	Keskustelu	31
	Lähteet	33
	Liitteet.....	35

1 Johdanto

Tämän insinööriyön tarkoitus on luoda edellytykset vaihtoehtojen vertailemiseen ja päätöksentekoon, koskien tuotantohallin rakentamista. Sisällön tarkoitus on rakentaa käyttäjälle kokonaiskuva hankkeesta, jossa tulee esiin taloudelliset sekä rakennustekniset aspektit ja eroavaisuudet.

Työn sisältöön kuuluu rakennetyyppien valinta sekä kustannuslaskelma. Työ sisältää myös energilaskelmaa, sekä ohjeistusta koskien paloturvallisuutta. Työhön kuuluu myös DLT (dowel laminated timber) massiivipuulevyn valmistuksen periaatteet.

Hallille tehdään pohjapiirustus sekä perusdetaljiikkaa, ja näitten mukaan lasketaan kustannuksia. Rakennetyyppien vertailun myötä tehdään siis eri detaljiikkaa tarpeen mukaan. Rajausta on kuitenkin jo annettu, jonka mukaan hallin runko tehdään puusta.

Hallin käyttö tulee tukemaan DLT-elementtituotantannossa, ja sen mukaan on annettu lähtötiedot. Kokonaisuus rakentuu lähtötietojen perusteella.

1.1 Tavoitteet

Tavoitteena on luoda kokonaisuus joka on realistinen ja jota voidaan käyttää päätöksenteon apuna. Tavoite on, että kustannukset ja suunnitelmat vastaavat alkutietoja ja näin opinnäytetyötä voidaan käyttää apuna kysytyyn tarkoitukseen. Oma tavoitteena on saada itselleni selkeä kuva eri aspekteista tuotantohallin rakentamisessa, sekä saada tietotaitoa tulevaisuutta varten.

Suunnitelmien osalta on tavoitteena löytää toimivat ja sopivat rakennetyypit. Hallin käyttötarkoitus on tiedossa ja suunnitelmana on, että ainakin elementtituotantoa voidaan hallissa tehdä, suunnitelmat tehtiin sen mukaan.

Kustannuslaskelman osalta tavoitteena oli saada realistinen kokonaisuus joka on vertailukelpoinen muiden mahdollisten ratkaisujen ohella.

Tilaaaja KI-Group Oy on perheyritys jossa olen työskennellyt koko nuoruusikäni ja tästä syystä tavoitteena on tehdä hyvä kokonaisuus joka vastaisi työn toivomuksia.

1.2 Menetelmät

Laskelmat tehdään Talo2000 avulla ja RT-kustannuslaskimella. Näiden käyttö tarkentuu prosessin edetessä. Piirrustukset tehtiin Archicad21 ohjelmalla ja apuna käytän Autocad ohjelmaa, tarpeen mukaan. Alkutiedot sekä lisätiedot projektin edetessä sain KI-Group Oy:ltä. Energialaskelmat tein Laskentapalvelut.fi sivuston ohjeiden ja aputyökalujen mukaan. Muuten apuna käytetään Suomen rakentamismääräyskokoelmia.

1.3 Tilaaja

Työn tilaajana toimii KI-Group Oy Kokkolasta. KI-Group Oy on rakennusliike joka tekee rakennustöitä kokonaisvaltaisesti remonteista uudisrakentamiseen. Yritys on tunnettu eteenkin puurakentamisesta, muun muuassa CLT- ja hirsirakentamisesta. Yritys on perheyritys, jossa olen itsekin työskennellyt kesät ja viime vuodet kokopäiväisesti. Yritys toimii Keski-Pohjanmaan alueella remonttien ja uudisrakennusten parissa mutta myös tekee esimerkiksi CLT- ja hirsipystytyksiä ympäri Suomea. Yrityksellä on tämän työn kirjoittamisen hetkellä noin kymmenen työntekijää.

KI-Group Oy kartoittaa tällä hetkellä mahdollisuuksiaan puurakentamisen tuotannon puolella. Tämä työ tuo yritykselle tunnuslukuja ja vaihtoehtoja tuotannon kartoittamiseen. Suunnittelutyöhön ei kuulu rakenteiden suunnittelua ja mitoitusta.

1.4 Tulos ja päätelmät

Tuloksena on suunnitelmat kahdesta eri vaihtoehtoisesta hallista ja sosiaalityloista sekä rakennetyypit, joiden mukaan hallit on suunniteltu. Suunnitelmista tehtiin myös alustavat pääpiirrustukset, joita voidaan käyttää lupahakemuksissa. Lopullisten suunnitelmien mukaan tehtiin kustannuslaskelmat hallista itiloista. Työssä käytiin myös läpi DLT-tuotantoa jota halli mahdollisesti tulisi tukemaan.

1.5 Raportin sisältö

Työn alussa käydään läpi lähtötietoja ja työn taustaa. Tämä käsittää lähtötiedot ja johdannon. Alkutietojen jälkeen luku 4 käsittää työn etenemistä suunnitteluvaiheessa sekä suunnittelun

toteutuksessa. Rakennetyypit käydään suunnittelun pohjalta läpi luvuissa 5 ja 6. Luku 7 käsittää energiatodistusta ja sen laskentaa. Luvussa 8 käydään läpi paloluokkia ja paloturvallisuutta. Rakennuslupaa käydään läpi luvussa 9. Kustannuslaskelmaa ja sen menetelmiä selvitetään luvussa 10. Lopussa käydään vielä läpi lopputulosta ja keskustellaan työstä.



Kuva 1. KI-Group OY:n CLT-elementtipystytys Helsingissä 2021.

2 DLT

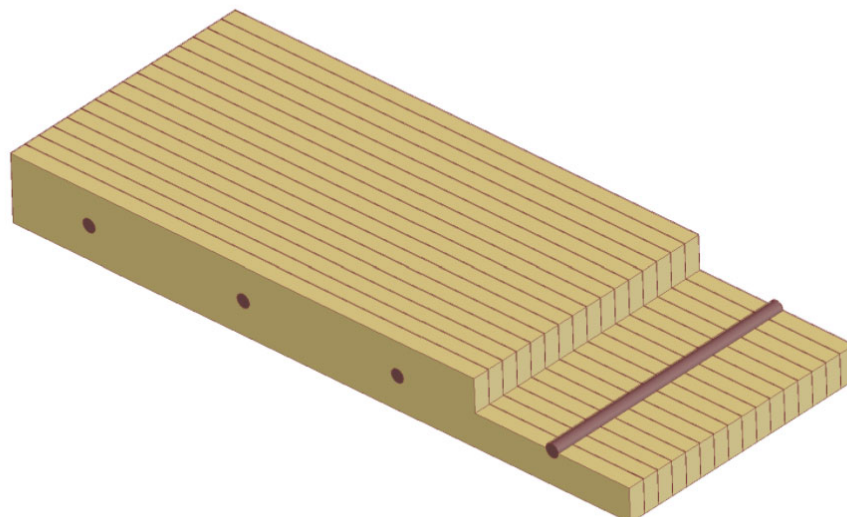
DLT, eli englanniksi dowel laminated timber, joka tunnetaan myös nimellä dübelholz on rakenteeltaan tehokas ja taloudellinen massiivipuulevy jota voidaan käyttää lattia- seinä- ja kattorakenteissa. Levy koostuu päällekkäin pinotuista lankuista jotka liitetään yhteen vaarnatapeilla. (structurecraft, design profile guide, s5)

Korkein rakennus jossa on käytetty DLT-massiivipuulevyjä on Berliinissä sijaitseva E3-rakennus. (puuinfo, 2021)

DLT on ainoa tällä hetkellä markkinoilla oleva täysin liimaton ja naulaamaton massiivipuulevy. Massiivipuulevy voidaan työstää CNC koneella joka luo korkean tarkkuuden. CNC koneella voidaan kustannustehokkaasti työstää integroidut akustiikka-ominaisuudet ja profiilit levyyn sekä työstää tekniikalle asennus-kanavat. (structurecraft, design profile guide, s5)

Konsepti käyttää kovapuusta valmistettuja vaarnoja liitettynä pehmeäpuusta valmistettuihin lankkuihin. Tekniikka kehiteltiin Sveitsissä 1990-luvulla. Useat saksalaiset, itävaltalaiset ja sveitsiläiset yritykset ovat aloittaneet DLT:n valmistuksen käyttämällä automatisoitua linjastoa. (structurecraft, design profile guide, s5)

DLT:een hyviin ominaisuuksiin kuuluu terveellisempi sisäilma verrattuna liimaa sisältäviin rakenteisiin. Myös hiilijalanjälki sekä paikallarakentamisen helppous mainitaan hyvinä ominaisuuksina. (Sotayo et al., 2020)



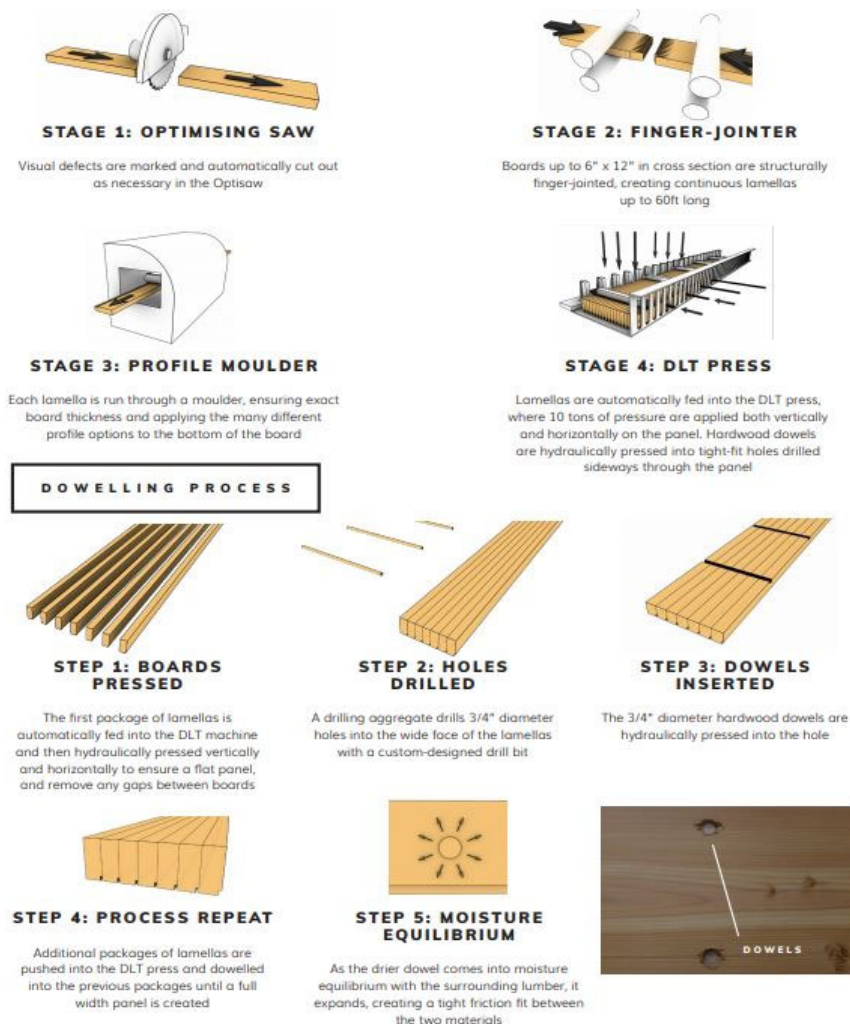
Kuva. DLT (Puuinfo 2021)

2.1 DLT:n Valmistus

Sahatavara luokitellaan aluksi huolellisesti. Tämän jälkeen sahatavara sormijatketaan koneellisesti ja syötetään profiilihöylän läpi joka työstää puutavaran haluttuun vahvuuteen ja profiiliin. Tämä jälkeen puutavara, eli valmiiksi työstetyt lankut syötetään DLT prässiin. Prässi painaa 10 tonnin voimalla vaaka- ja pystysuuntaan päällekkäin ladottuja lankkuja. Prässissä on liukuva pora joka poraa vaarnoille reiät. Samassa koneessa on myös vaarnan syöttö mekanismi joka hydraulisesti painaa vaarnat porattuihin reikiin. (structurecraft, design profile guide, s9)

Vaarnat ovat esikuivatettuja noin 8 % kosteuspitoisuuteen. Levyn lankkujen kosteuspitoisuus on 12-15 % Kun vaarnat asennetaan ne keräävät kosteutta levyn lankuista ja turpoavat. Näin saadaan tiukka ja kestävä sovitus. Lankut ovat pehmeuuta, yleensä kuusta tai mäntyä. Vaarnatpit ovat kovapuuta ja yleensä pyökkiä. (puuinfo, 2021)

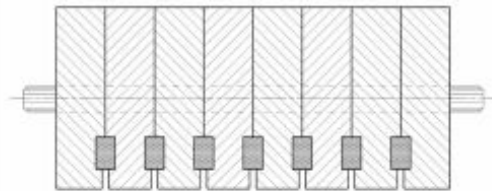
Täysin automatisoitu syöttömekanismi sekä prässimenetelmä porauksella ja tapituksella tarkoittaa että massiivipuulevy voidaan valmistaa nopeasti ja kustannustehokkaasti. DLT on myös liimaton joten kuivumisaikoja ei ole. (structurecraft, design profile guide, s8)



DLT tuotanto prosessi. (structurecraft, design profile guide)

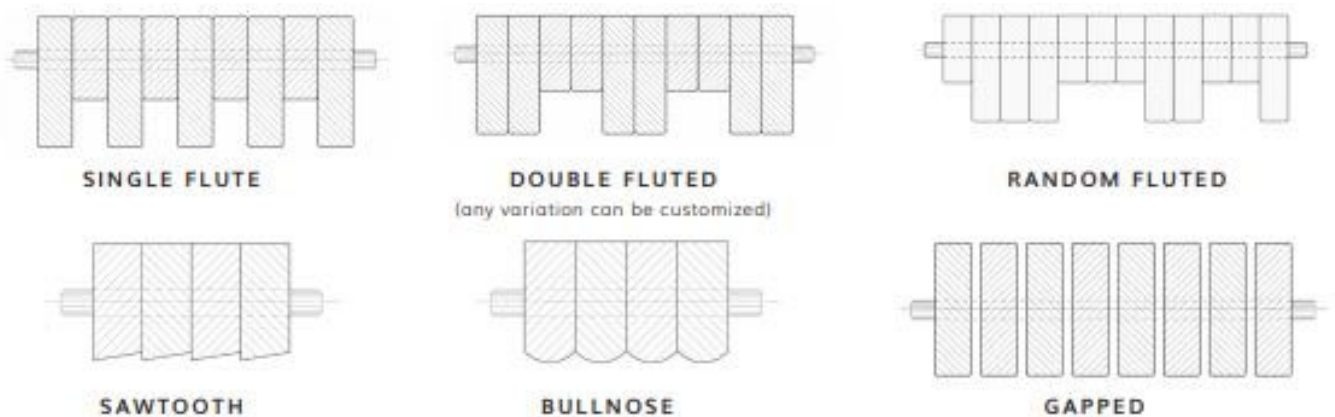
2.2 DLT Profiilit

Lankut voidaan ajaa höyläkoneen läpi, joka työstää myös lankkuihin halutun profiilin. Profiilit voidaan työstää, jotta levyssä olisi haluttu esteettisyys. Myös akustiikan ja äänenvaimentamisen takia voidaan työstää erilaisia profiileja. Esimerkiksi “akustinen neliö” voidaan työstää lankkujen väliin. Tämä työstetty neliö vaimentaa ääntä. Neliö on täytetty kuitueristeellä vaimentaa äänen ja vähentää jälkikaiuntaa ja luo paremmat akustiikkaominaisuudet huoneeseen. (structurecraft, design profile guide, s18)



Työstöt akustiikalle (structurecraft, design profile guide)

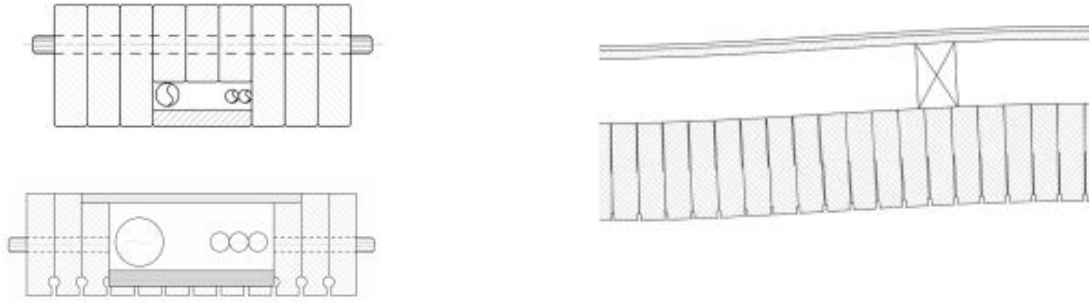
Levyssä voidaan käyttää myös eri koon puutavaraa jolloin saadaan pinta jossa on vaihteleva syvyys. Samoin lankkuihin voidaan työstää eri kulmia tai pyöristyksiä. (structurecraft, design profile guide, s19)



Eri tyylejä pinnoille (structurecraft, design profile guide)

DLT:tä voidaan toteuttaa esimerkiksi erikokoisilla lankuilla tai työstää CNC koneella. Tekniikka voidaan jättää näkyviin tai verhoilla piiloon. Ennalta levyyn suunniteltu tekniikka

voidaan toteuttaa aukkoina levyissä. Erityisesti tekniikka joka vie enemmän tilaa voidaan sijoittaa levyjen väliin. DLT-levy voidaan myös valmistaa kaarevana. Elementti on kaareva levyn leveysuunnassa.. (structurecraft, design profile guide, s19)

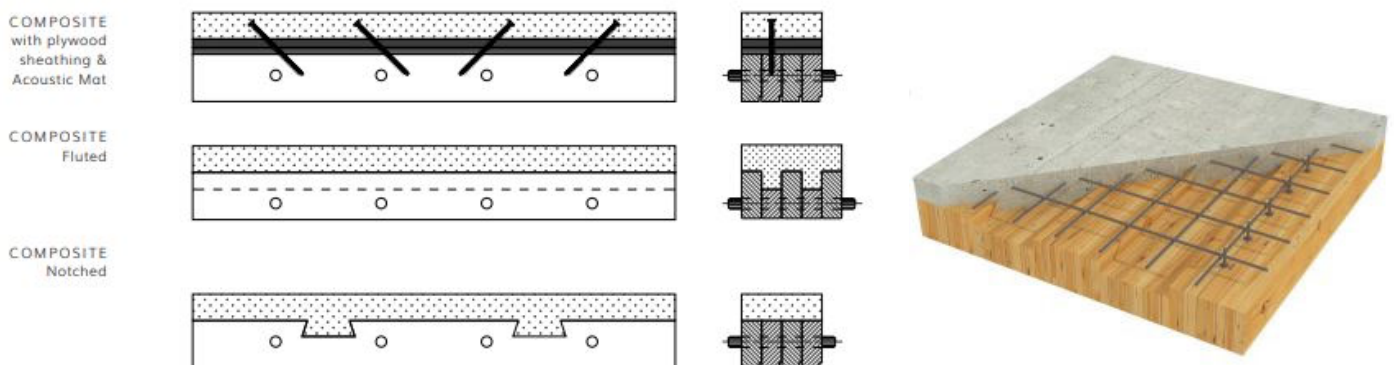


Ontelo tekniikalle ja kaareva levy (structurecraft, design profile guide)

2.3 DLT:n Käyttökohteet

Lattiarakenne

DLT sopii välipohjarakenteeksi. Välipohjan katto voi olla eri profiiliin työstetty levy jonka alapuoli on visualisesti sekä akustiikalta miellyttävä. Lattirakenteen päälle voidaan asentaa levyrakenteen tai valaa betonilaatta. Puu-betoni yhdistelmä parantaa rakenteen suorituskykyä. Tällä menetelmällä voidaan pienentää rakenteen kokonaisvahvuutta ja pidentää jänneväliä. Valun sisään voidaan asentaa myös helposti tekniikkaa ja esimerkiksi lattialämmitys. (structurecraft, design profile guide, s14&17)



Lattian päälyrakenteita (structurecraft, design profile guide)

Kattorakenne

DLT toimii kattorakenteen kantavana ja ei-kantavana rakenteena. DLT-levy on mahdollinen rakenne niin pitkille jänneväleille kuin lyhyille jänneväleille. DLT puun valmis pinta voi jäädä räystäällä näkyviin. Vesikate voidaan asentaa levyn päälle. (structurecraft, design profile guide, s15)

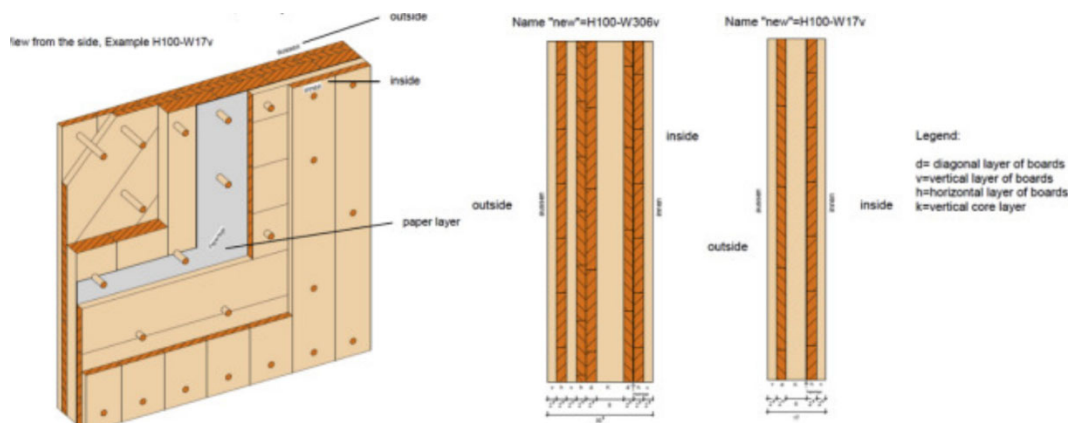
Seinärakenne

DLT-seinälevy on valmistettu samaan tapaan kuten muutkin DLT-levyt. Mikäli DLT pinta jää näkyviin, eikä verhoilla, voidaan pinta esimerkiksi hioa. DLT-levyä voidaan käyttää niin kantavana seinärakenteena kuin myös kevyenä rakenteena. DLT seinä voidaan verhoilla tarvittaessa.

DLT seinärakennetta voidaan käyttää myös esimerkiksi hissikulun seininä hyvän palonkesto ominaisuuden myötä. (structurecraft, design profile guide, s15)

2.4 DLT:n Suorituskyky

Lakisäateistä rakennesuunnittelustandardia DLT:lle ei vielä ole olemassa. Myös on huomioitavaa että DLT:stä on tehty vain harvoja tutkimuksia koskien sen ominaisuuksia. On myös muistettava että DLT on uusi markkinoille tullut tuote jota käytön edetessä varmasti aletaan enemmän tutkia ja testata. Viime aikoina kuitenkin ETA:lle (European technical assessment) on raportoitu DLT rakenteesta jota kaupataan nimellä THOMA Holz 100. Tässä rakenteessa lankut ladotaan päällekkäin ristikkäin kolmessa eri kulmassa. Tässä rakenteessa kuitenkin ei käytetä liimaa vaan lamellit liitetään toisiinsa vaarnoilla kuten DLT:ssä. Tätä rakennetta voidaan käyttää hyvin seinissä. (Sotayo et al., 2020)



Ristiinladottu DLT (Sotayo et al., 2020)

Palokestävyys

Massivipuorakenteessa on paksu kerros puuta, Palon syntyessä pintaan muodostuu kerros hiiltä joka suojaa alla olevaa puurakennetta palamasta. (structurecraft, design profile guide, s16)

DLT on massiivipuorakenne jolla voidaan verrattain helposti ylittää 30, 60, 90 ja 120 minuutin palonkestoaikaan. (Puuinfo, 2021)

Tiiveys

DLT rakenteen tiiveys on samaa luokkaa kuten muilla massiivipuorakenteilla. (structurecraft, design profile guide, s16)

Äänieristys

Puu ei ole tiivis materiaali itsessään joten äänenvaimennusta tarvitaan yleensä lattiarakenteissa. Tämä voidaan toteuttaa betonivalulla, askeläänieristeellä, korotetulla lattialla tai alaslasketulla katolla. (structurecraft, design profile guide, s16)

Äänieristävyys voidaan myös saavuttaa käyttämällä monikerrosrakenteita. Sijoittamalla levyn taakse ilmapälin lisäksi absorptiomateriaali, esimerkiksi eristekerros. Tällä tavoin rakenteeseen muodostuu niin kutsuttu levyresonaattori, joka vaimentaa tehokkaasti matalia ääniä jotka syntyvät värähtelystä. Myös rimoituksilla tai rei'itetyillä puupinnoilla saadaan aikaan rako- tai reikäresonaattoreita, jotka tehokkaasti vaimentavat myös keskikorkeita ääniä. (Puuinfo, 2021)

2.5 DLT:n ominaisuudet ja testaus

DLT:n ominaisuuksia on testattu ja niistä on tehty tutkimuksia. DLT:n mekaanisia ominaisuuksia on testattu ja niitä löytyy kirjallisuudesta. Taulukko 1 näyttää erilaisten DLT-palkkien testausten ja tutkimusten lopputulosta. (Sotayo et al., 2020)

Reference	Lamella species	Dowel species	Beam type	Modulus of elasticity [GPa]	Bending strength [MPa]	Test Method
Floras et al. (2015)	UK larch	Beech	Dowel laminated beam (single row)	10	34	Four-point bending
Belleville (2012)	Sugar maple	Sugar maple	Welded dowel laminated beam	Bending stiffness [kN/mm]	Failure load [kN]	Three-point bending
				0.37 ± 0.04	1.70 ± 0.14	
	Yellow birch	N/A	Glued-laminated beam	1.52 ± 0.05	5.75 ± 0.76	
		Yellow birch	Welded dowel laminated beam	0.34 ± 0.01	1.79 ± 0.04	
		N/A	Glued-laminated beam	0.98 ± 0.04	5.21 ± 0.52	
Dourado et al. (2019)	Maritime pine	N/A	Glued-laminated beam	3	14.9	Three-point bending
		Beech	Bonded dowel laminated beam (dowel insertion angle of 30°)	1.5	8.9	
			Bonded dowel laminated beam (dowel insertion angle of 45°)	1.6	12.1	
			Bonded dowel laminated beam (dowel insertion angle of 60°)	1.3	11.7	
			Bonded dowel laminated beam (dowel insertion angle of 90°)	1.5	9.8	
Bocquet et al. (2007)	Spruce	N/A	Nailed laminated beam (double row)	0.04	3.20	Four-point bending
		Beech	Bonded dowel laminated beam (single row)	0.06	3.21	
		Beech	Welded dowel laminated beam (single row)	0.08	3.25	
	Beech	N/A	Nailed laminated beam (double row)	0.08	7.00	
		Beech	Bonded dowel laminated beam (single row)	0.12	7.06	
		Beech	Welded dowel laminated beam (single row)	0.15	7.20	
O'Loinsigh et al. (2012a)	Irish spruce	N/A	Unfastened beam with no dowels/adhesive (i.e. stacked lamellas)	0.18	21	Four-point bending
		Beech	Dowel laminated beam (20 dowels)	0.4	22	
		Beech	Dowel laminated beam (32 dowels)	0.465	22.75	
		Beech	Dowel laminated beam (44 dowels)	0.565	24	

Taulukko 1. DLT mekaaniset ominaisuudet kirjallisuudesta. (Sotayo et al., 2020)

Taulukossa 1 oleva tutkimus jonka Plowas et al. teki, testattiin viittä eri DLT-palkkia. Palkit koostuivat lehtikuusi lamelleista ja pyökki vaarnoista. Vaarnat olivat läpimitaltaan 20 mm ja asennettiin 300 mm:n välein. Vaarnat asetettiin lähelle neutraaliakselia, joten ne eivät edistä palkin taipumisominaisuuksia. Palkeille tehtiin nelipistetaivutustesti, ja keskimääräinen kimmomoduuli ja taivutuslujuus olivat vastaavasti noin 10 GPa ja 34 MPa (taulukko 1). Nämä saadut keskiarvot ovat samanlaisia kuin muiden tavallisten puurakenteiden arvot. (Sotayo et al., 2020)



Testi. Plowas et al. (Sotayo et al., 2020)

Taulukossa 1 oleva tutkimus jonka Belleville teki, valmistettiin DLT-palkkeja jotka kiinnitettiin kovapuu-vaarnoilla. Vaarnat asennettiin menetelmällä jossa vaarna “hitsataan” korkealla pyörimisnopeudella lamellien esiporattuuihin reikiin. Korkea pyörimisnopeus loi kitkaa vaarnan ja lamellien välille joka nosti lämpötilaa. Lämpötilan noustessa *ligniini* pehmeentyi ja loi sidoksen lamellien ja vaarnan välille. “*Ligniini on monimutkainen kasvipiperäinen polymeeri, jota on lähes kaikkien kuivan maan kasvien soluseinämässä. Se sitoo selluloosan ja hemiselluloosan toisiinsa ja antaa puulle sen jäykkyyden ja lahonkeston.*” (Storaenso.com). Palkkien leveys oli 225 mm, syvyys 30 mm ja pituus 300 mm. Poikkimitaltaan 10 mm:n vaarnat asennettiin kohtisuoraan kuorman kanssa 50 mm syvyyteen lamelleihin. Lamellit kiinnitettiin 44 “hitsatulla” vaarnalla. Testissä käytettiin myös kahta eri puulajia lamelleihin, sokerivaahteraa ja keltakoivua. Vaarnojen puulajit olivat samat kuin palkissa käytettävien lamellien puulajit. Vertailuna käytettiin liimapuupalkkeja samoilla mitoilla kuin vaarnatut palkit. Tesin tulos kertoo että liimapuupalkit kestivät 3-4 kertaa enemmän kuormaa sekä olivat huomattavasti jäykempiä. Testin tuloksissa raportoitiin että DLT-palkin murtumisen vika oli vaarnojen murtuminen.

Kosteussyklikokeen aikana lamellien väliin syntyi välejä ja näkyvää reunaa. (Sotayo et al., 2020)

Taulokossa 1 oleva tutkimus jonka Dourado et al. teki, valmistettiin ja testattiin puupalkkeja jotka kiinnitettiin kovapuusta valmistetuista vaarnoista. Valmistuksessa käytettiin epoksiliimaa vaarujen ja lamellien liitoksissa. Tutkimuksessa todettiin kuitenkin liimamäärän olleen huomattavasti pienempi verrattuna tavallisen liimapuupalkin liiman määrään. Testatuissa palkeissa käytettiin kahta merimänty lamellia jotka kiinnitettiin toisiinsa neljällä pyökki vaarnalla. Vaarnat olivat läpimitaltaan 15 mm. Palkki tuli olemaan leveydeltään 75 mm, syvyydeltään 40 mm ja pituudeltaan 380 mm. Jotta tuloksia voitiin vertailla, testattiin myös saman kokoisia liimapuupalkkeja. Samalla myös testattiin asentaa vaarnat eri kulmassa lamelleihin. Asennuskulmat olivat 30°, 45°, 60° ja 90°. Testin tulokset osoittivat että taivutusjäykkyydet vaihtelivat välillä 1,3-1,6 KN/mm ja murtumiskuormat vaihtelivat välillä 8,9-12,1 KN. Korkeimman taivutusjäykkyyden omaava sekä suurimman kuorman vastaanottavan palkin vaarnat asennettiin 45° kulmassa. Kuitenkin, tämän palkin taivutusjäykkyys oli 53 % tavallisen liimapuupalkin taivutusjäykkyydestä sekä 81 % tavallisen liimapuupalkin murtokuormasta. Testi myös näytti että vaarujen asennuskulmalla ei ollut suurta hyötyä palkin taivutuslujuudelle. (Sotayo et al., 2020)

Taulokossa 1 oleva tutkimus jonka Bocquet et al. teki, käytettiin samaa menetelmää "hitsatuilla" vaarnoilla kuten tutkimuksessa jonka Belleville teki. Erona tälle oli kuitenkin että Bocquet et al. asensi vaarnat 30° kulmassa lamellien pituussuunnassa. Palkki koostui kahdesta lamellista joka oli kiinnitetty 56 pyökkivaarnalla. Vaarnat olivat läpimitaltaan 10 mm ja palkin kokonaispituus oli 2 m. Vertailun vuoksi he valmistivat myös kahta erilaista samankokoista palkkia. Ensimmäisessä lamellit olivat kiinnitettyinä nauloilla kahdessa rivissä. Toisessa lamellit olivat kiinnitettyinä vaarnoilla 30° kulmassa kuten testin primääri koekappale, mutta erona vaarujen kiinnitys oli perinteiseen tapaan ilman "hitsaus" menetelmää. Lisäksi kaikissa koekappaleissa käytettiin kahta eri puulajia lamelleina, kuusta ja pyökkiä. Testin tulokset näyttivät että palkit jossa käytettiin pyökkilamelleja suoriutuivat paremmin ja kestivät enemmän taivutuskuormaa. Pyökkilamelleilla ja "hitsaus" menetelmällä asennetut vaarnat kestivät kaikista eniten taivutuskuormaa, kun taas naulatut pyökkilamelli palkit kestivät vähiten. Tulokset näyttivät että puulajin valinnalla sekä mekaanisilla ominaisuuksilla on väliä kestävyys kannalta. Kaikilla kolmella erilailla vaarnatulla palkilla oli myös lähelle samat murtumiskestävyudet, jotka myös olivat huomattavasti korkeammat kuin naulatulla variantilla. Vaarujen 30° asennuskulma voi myös edesauttaa palkin kestävyyttä. (Sotayo et al., 2020)

Viimeisenä taulukossa 1 olevan tutkimuksen on tehnyt O'Loinsigh et al. jossa valmistettiin palkkeja joiden kiinnitystapa myös oli vaarnojen "hitsaus" menetelmä. Palkkien lamellit olivat irlantilaista kuusipuuta jotka kiinnitettiin vaarnoilla 60° asennuskulmalla. Vaarnat olivat läpimitaltaan 10 mm. Palkin koko oli 140 mm leveä, 152 mm syvä sekä 2200mm pitkä. Palkeille jotka sisälsivät 20, 32 ja 44 vaarnaa tehtiin elipistetaivutustesti. Näitä palkkeja verrattiin palkkiin jossa ei ollut liimaa eikä vaarnoja. Huomioitavaa on että testin palkkeja olisi voinut verrata tavalliseen liimapuupalkkiin jotta olisi saanut paremman käsityksen tuloksesta. Tulokset näyttivät että palkit jotka sisälsivät enemmän vaarnoja olivat jäykempiä kuin palkit joissa oli vähemmän vaarnoja. Kuitenkin palkilla joka sisälsi 44 vaarnaa oli vain 14 % korkeampi murtumispiste kuin verratulla liima- ja vaarnattomalla. (Sotayo et al., 2020)



Testi. O'Loinsigh et al. (Sotayo et al., 2020)

2.6 DLT prässin tiedot

Haluttuun tarkoitukseen tulevan DLT prässin levykoko on maksimissaan 2500mm x 15000mm. Tämä käy ilmi prässin valmistajan Sveitsiläisen Holmag AG:n tarjouksesta. Prässi voi tehdä levyä jonka vahvuus vaihtelee 60mm-300mm. Syötettävän puutavaran kappale vahvuus voi olla 18mm-160mm. Kone poraa 19.6 mm reijän vaarnalle ja käyttää kuivatettuja 20mm vaarnoja. Vaarnojen pituus on 200 mm - 650 mm. Vaarnat asennetaan 100mm-400mm välein. Vaarnat voidaan myös limittää ja voidaan asentaa 25 mm etäisyydelle levyn ulkoreunasta. Koneen alustan teräskehikko on noin 19.2 m pitkä.

3 Suunnittelu

3.1 Suunnittelun lähtötiedot

Lähtötiedot joiden mukaan halli suunniteltiin ja kustannukset laskettiin on annettu pääpiirteittäin, ja niitä noudatetaan niin hyvin kuin mahdollista. Hallin vapaa korkeus tulee olla vähintään viisi metriä. Hallin bruttoala tulee olla 500 neliötä. Ensimmäisen vaihtoehdon mukaan hallin kylkeen rakennetaan sosiaalityöt yhteen kerrokseen, joiden bruttoala tulee olla noin 75 neliötä. Toisen vaihtoehdon mukaan sosiaalityöt sijoitetaan hallin sisälle. Sosiaalityöistä tehdään alustavasti pelkästään kustannusarvio. Ensimmäisen vaihtoehdon mukaan sosiaalityöt voidaan rakentaa pystyrakana pulpettikatolla. Toisen vaihtoehdon mukaan, jossa sosiaalityöt sijoitetaan sisälle halliin, käytetään pystyrakennetyyppejä. Halli tulee suunnitella puisena pilarirakenteena tai puuelementtirakenteena. Ulkoseinät tulisi olla joko sandwich-elementeillä tai puuelementeillä. Halliin sijoitetaan suuret kuorma-autolle sopivat nosto-ovet. Piharakenteet jätetään suunnittelusta pois. Halli suunnitellaan lämpimäksi.

Suunnittelusta lähdettiin liikkeelle siitä että sain lähtötiedot aluksi mietintään, ja sitten lähdettiin hakemaan sopivaa pohjaa ja muotoa hallille. Suunnittelussa sosiaalityöt tuli ottaa mahdollisimman hyvin huomioon vaikkakin tarkoitus oli, että sosiaalityöistä tehtäisiin ainoastaan kustannuslaskelma. Pääpiirteittäin hallin muoto olisi selkeä suorakulmio harjakatolla sekä suurilla nosto-ovilla päädyissä. Halli tuli olemaan puolilämmin.

3.2 Tontti

Tonttia oli mietitty sekä etsitty ja sopiva löytyi Topparinmäen teollisuusalueelta Kokkolasta. Tontilla on kokoa 3893 neliötä ja rakennusoikeutta 1947 neliötä. Tontti oli hieman iso tarpeisiin, mutta muita vaihtoehtoja ei tällä hetkellä ollut. Tontin koko antaa yritykselle kasvuvaraa.

Tontti on tasamaatontti. Pohjaolosuhteet ovat todennäköisesti helpot. Tontilla kasvaa puustoa. Halli tulisivat tontin toiseen reunaan, jotta jäisi tilaa mahdolliselle muulle rakentamiselle.



Kuva 3. Tontti merkitty punaisella pilkulla.

3.3 Suunnittelun aloitus

Suunnittelu aloitettiin luonnosten tekemisellä Archicad ohjelmalla. Pohjapiirustukseen otettiin heti mukaan oleelliset aspektit kuten nosto-ovien sijoitus. Sosiaalitilat päätettiin suunnitella kokonaisuudessaan tulevia tarpeita varten, jotta olisi selkeämpi alusta tehdä kustannuslaskelmat. Hallin vapaa korkeus tulisi olemaan vähintään viisi metriä.

Suunnitelmia tehtiin kaksi, jossa ensimmäisessä sosiaalitilat olivat hallin kyljessä. Toisissa suunnitelmissa sosiaalitilat sijoitettiin hallin sisälle. Hallin sisällä olevat sosiaalitilat päätettiin laittaa kahteen kerrokseen koska korkeus sen salli ja näin sosiaalitilat veivät vähemmän tilaa hallista.

Ensimmäiset luonnokset tehtiin pohjasta hyvin pelkistettyyn tapaan. Ajatus oli hahmotella kokonaisuus ja sitä voidaan esitellä ja lähteä rakentamaan eteenpäin keskustelun kautta. Pieniä muutoksia, kuten pitkän sivun nosto-ovi lisättiin, ja hieman sosiaalityöjen kokoa mietittiin. Muuten pohjasta oli hyvä lähteä rakentamaan eteenpäin ja rakennetyyppejä valitsemaan.

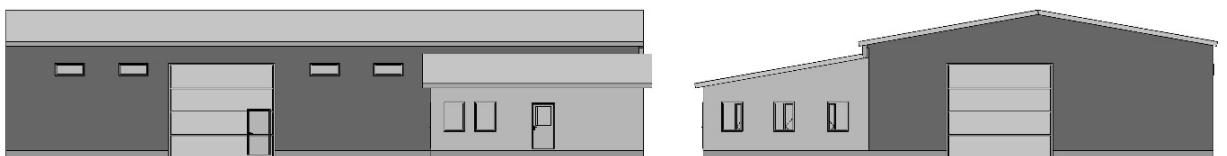
Luonnokset toisesta vaihtoehdosta, jossa sosiaalitilat ovat hallin sisällä, tehtiin ensimmäisen vaihtoehdon luonnosten jälkeen. Tässä sosiaalitilat sijoitettiin hallin toiseen päähän, kahteen kerrokseen. Toimistotilat ovat ylemmässä kerroksessa ja ruokatilat ja pukuhuone alemassa kerroksessa.

4 Luonnosten jatkotyöstö

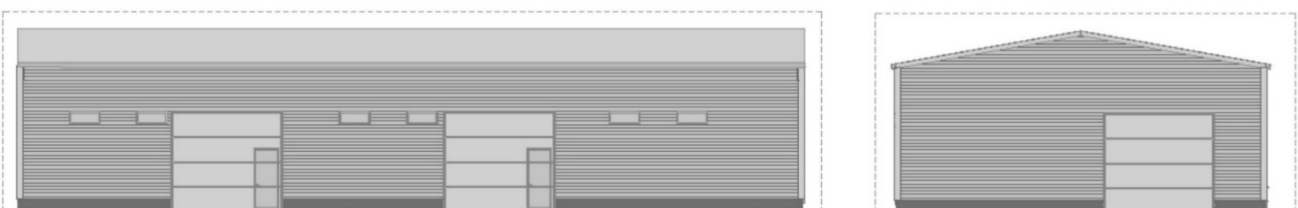
Luonnoksia lähdettiin jatkotyöstämään ja katsomaan eri rakennetyyppejä. Pohjaolosuhteet todettiin olevan helpot ja näin perustus voitiin suunnitella sen mukaan. Hallille mietittiin kaksi eri toteutusvaihtoehtoa. Ensimmäinen oli liimapuurakenteinen ja seininä sandwich elementti. Katto olisi tarkoitus olla puu ristikoilla ja vesikatteena pelti. Toinen vaihtoehto oli perinteisempi puuelementtiratkaisu. Katto olisi rakenteeltaan samanlainen kuten ensimmäisessä vaihtoehdossa. Rakennetyypit oli nyt valittava näiden vaihtoehtojen perusteella.

4.1 Luonnosten viimeistely

Luonnosten viimeistely aloitettiin. Ensimmäisen vaihtoehdon sosiaalitiloihin tehtiin huonejaottelu ja tehtiin luonnokset julkisivuista sekä leikkauksista. Toisessa vaihtoehdossa tehtiin huonejaottelu jo pidemmälle jo heti alusta, jotta olisi helpompi sijoitella huoneet ja niiden varusteet. Tässä vaiheessa olisi tarkoitus että luonnokset olisivat mahdollisimman pitkälle vietyä ja käyttövalmiit ja että mahdollisia muutoksia olisi mahdollisimman vähän.



Kuva 2. Luonnokset julkisivuista. Vaihtoehto 2



Kuva 3 Luonnokset julkisivuista. Vaihtoehto 1

5 Hallin rakenneratkaisut

5.1 Suunnitellut rakenteet

Hallin ensimmäisessä vaihtoehdossa käytetään pilarirunkoa, joka toimii hallin kantavana rakenteena. Pilarirunko kannattelee yläpohjan NR ristikoita (harjaristikoita).

Toisessa vaihtoehdossa käytetään runkorakenteista ulkoseinäelementtiä kantavana rakenteena ja yläpohjassa NR-ristikoita.

Pilarirungot

Rungon poikkisuunnassa on tyypillistä käyttää mastojäykistettyjä pilareita. Päädyissä on niin sanotut tuulipilarit. Päätyihin kohdistuva tuuli siirretään yläpohjarakenteen tuulisistikoiden kautta rungon pääpilareille, jotka jäykistetään rungon pituussuunnassa esimerkiksi tuuliristikoilla. Pääpilarit kannattelevat yläpohjaa joka on tyypillisesti palkki, ristikko, vetokannatin tai kaari. Tehokas välijako (k-jako) pilarirungoille pitkällä seinällä on 6-8 m ja päätyseinällä 5-8 m. Pilarirungot ovat joko liima- tai viilupuuta. Pilarien alapää asennetaan perustuksiin joko pulteilla tai hitsaamalla. Perustusten yläreuna tulee olla vähintään 100 mm valmiin lattian yläpuolella. (Salonen,K., 2009. s73)

NR-Ristikot, harjaristikko

Harjaristikko on tavallisin ristikkomalli rakennuksiin. Harjaristikko on myös paras valinta kun on kyseessä pitkät jännevälit, jopa 25m. Harjaristikoilla on myös mahdollista tehdä käyttöullakko tavarantoimitusta varten. (Pohri Oy, ristikkotyypit ja niiden ominaisuudet.)

Puurunko ulkoseinä

Kantavat ulkoseinäelementit suunnitellaan pystyelementeiksi. Korkeus seinällä voi olla hyvin suuri kunhan nurjahduskestävyys otetaan huomioon. Kantavuutta voidaan kasvattaa lisäämällä enemmän tolppia rinnakkain tai käyttämällä liimapuu- tai viilupuutolppia. (Puuinfo 2021)

Välipohja

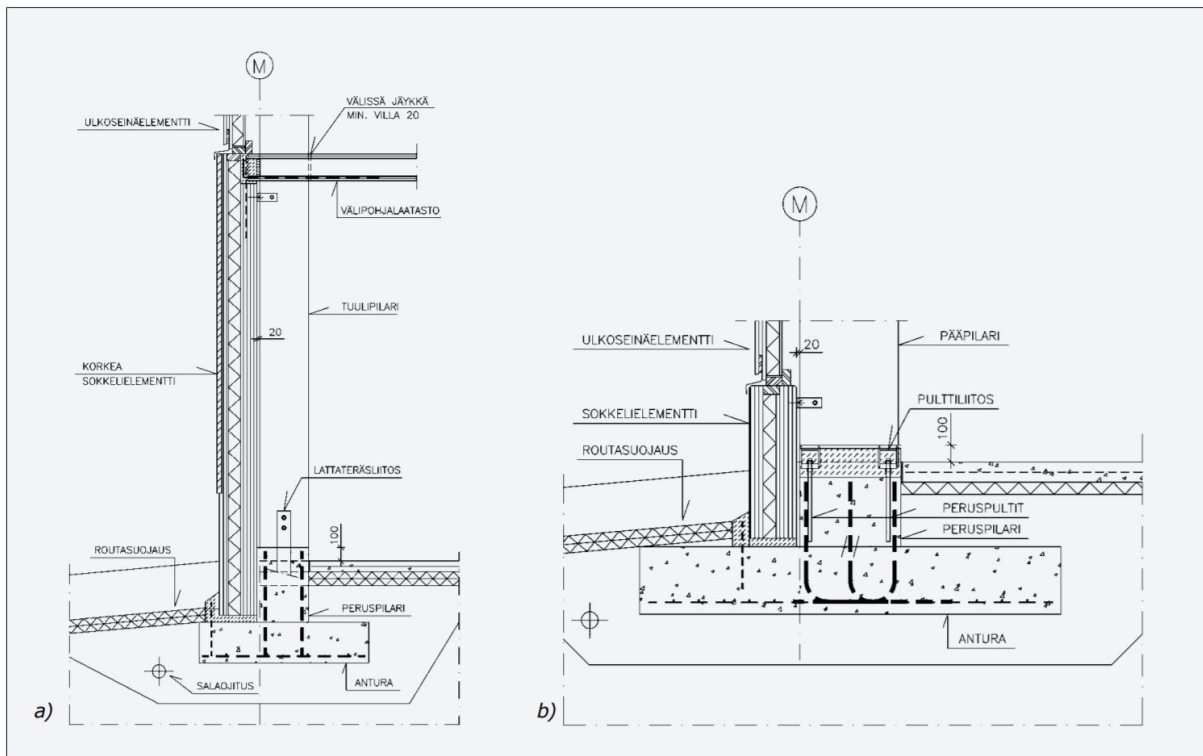
Posi-Palkki on puisista paarteista ja teräksisistä Posi-Joist ristikkosauvoista rakennettu välipohjapalkki. Posi-Palkit suunnitellaan kohteen tarpeiden ja vaatimusten mukaan ja toimitetaan asennusvalmiina. Palkkien asennus käy nopeasti ja ne voidaan yleensä asentaa käsin. Posi-palkisto on ristiin kantava välipohjarakenne joka pienentää värähtelyä. (Mitek, 2021)

Posi-palkki valittiin välipohjan kantavaksi rakenteeksi helpon ja nopean asennuksen takia.

Posi-palkiston sisälle on myös helppoa sijoittaa tekniikka.

Sokkeli

Pilarirunkoisen rakennuksen sokkeli tehdään esimerkiksi lämpöeristetyillä teräsbetonielementeillä. Sokkeli voidaan tehdä myös paikalla esiraudoitettuihin elementtimuotteihin valamalla tai muuraamalla lämpöeristetyistä harkoista (Keronen, A., 2009, s31).



Kuva. Sokkelielementin liitos runkoon ja perustuksiin. (Puuinfo, Puuhallin rakennesuunnittelu, s31)

Tontin osalta todettiin ettei ole tietoa perustusolosuhteista ja siten käytetään lähtökohtaisesti tyypillisiä perustusolosuhteita, jossa voidaan käyttää normaalit hallirakenteet.

Ensimmäisessä vaihtoehdossa kantavan liimapuukehän ulkopuolelle asennetaan 200mm paksu Paroc-sandwichelementti. Sandwich elementti asennetaan Parocin asennusohjeiden mukaan. Kantavana kattorakenteena käytetään kattoristikoida ja vesikatteena peltiä. Sosiaalitilojen ulkoseinät ja väliseinät suunniteltiin rankarunkoisina. Sosiaalitilojen katto suunniteltiin kattoristikoidilla ja vesikatteena pelti.

Toisessa vaihtoehdossa kantavana rakenteena käytettiin puuelementtiä, jonka rungon vahvuus oli 173mm. Kantavana kattorakenteena käytetään kattoristikoida ja vesikatteena peltiä. Sosiaalitilojen ulkoseinät ja väliseinät suunniteltiin puuelementeillä. Sosiaalitilojen katto suunniteltiin kattoristikoidilla ja vesikatteena pelti.

5.2 Alapohja

Molemmissa vaihtoehtoissa hallin alapohja koostuu 180 mm teräsbetoni valusta. Valun alla on lämmöneristyksenä 200mm styroxia. Eristeen alla on 300 mm mursketta 8-16, joka toimii kapillaarikatkona. Betonin lattiapintaan voidaan levittää esimerkiksi epoxy-päällysteen.

Ensimmäisen vaihtoehdon perustukseksi valittiin holkkiperustus. Vasten holkkiperustusta ulkopuolelle asennetaan eristetty betonilaatta jonka yläpinta valmiista lattiapinnasta + 200 mm. Betonilaatta holkkiperustuksen ulkopuolella kantaa sandwich-elementtejä. Holkkiperustuksen ja betonilaatan väliin laitetaan 50 mm xps eristettä.

Toisessa vaihtoehdossa suunniteltiin tavallinen sokkeliperustus jonka päälle asennetaan alaohjauspuu ja puuelementit.

5.2.1 Yläpohja

Yläpohja toteutetaan molemmissa vaihtoehtoissa kattoristikoidilla. Ristikot lepäävät kantavien sidospalkkien päällä. Sandwich-elementit asennetaan ylös ristikoiden kainaloiden yläpintaan asti. Yläpohjassa on 400 mm mineraalivillaa. Ristikoiden alapintaan asennetaan höyrynsulku, koolaus ja Gyproc-levy.

5.3 Sosiaalitalan rakennerratkaisut

Ensimmäisen vaihtoehdon sosiaalitalat suunniteltiin rankarunkoisena. Sokkelina käytettiin paikallavalettua teräsbetoni sokkeliä. Alapohja tulisi olemaan maanvarainen betonilaatta. Katto toteutettiin ristikoidilla ja vesikatteena pelti.

5.3.1 Alapohja

Ensimmäisessä vaihtoehdossa ulkoseinien alle valetaan kantava sokkeli anturan päälle. Anturan mitat 200mmx600mm. Sokkeli tehdään RUH 200x200 leca harkosta päällekkäin. Sisällä laatan paksuus 100mm, laatan alle 200mm styrox eristettä jonka alla seulottu murske toimii kapillaarikatkona.

Toisessa vaihtoehdossa sosiaalitilat tulivat halliin sisälle ja näin tarvittava alapohja on jo olemassa.

5.3.2 Ulkoseinät

Ensimmäisen vaihtoehdon ulkoseinät tehdään 150 mm kantavalla rungolla perusjaolla k600. Rungon väliin laitetaan 150 mm mineraalivillaa. Rungon sisäpuolelle 50 mm uretaani eristelevyä ja sen päälle sisäverhous. Rungon ulkopuolelle asennetaan ensin 13 mm tuulensuojalevy ja sitten 22 mm koolaus ja sen päälle vaakapaneeli.

Toisen vaihtoehdon seinät jotka ovat hallin tuotantotiloja kohti toteutetaan 100 mm rankarunkoisena puuelementtinä jotka voidaan asentaa samalla kun ulkoseinät asennetaan.

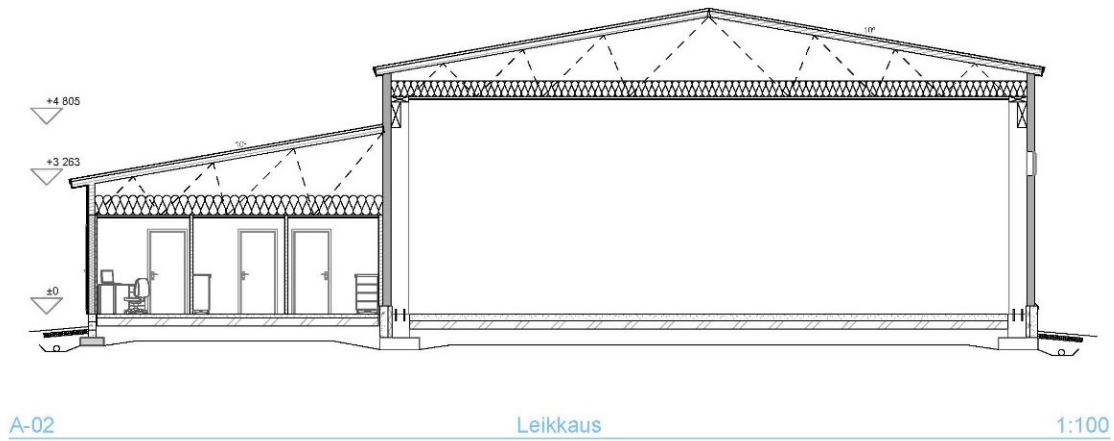
5.3.3 Yläpohja

Ensimmäisen vaihtoehdon yläpohjan kantava rakenne tehdään kattoristikoidilla. Ristikot tukeutuvat hallin puolen seinässä kantavan palkin päällä. Kantava palkki asennetaan sos.tilan ulkoseinän runkorakenteesta toiseen ja alle laitetaan tarvittava kanto. (esim pilari). Yläpohjaan puhalletaan 500 mm mineraalivillaa. Ristikoiden päälle laitetaan aluskate, tuuletusrima, ruode ja pelti. Ristikon alapäärteen alle laitetaan järjestyksessä höyrynsulku, koolaus ja sisäverhous Gyproc.

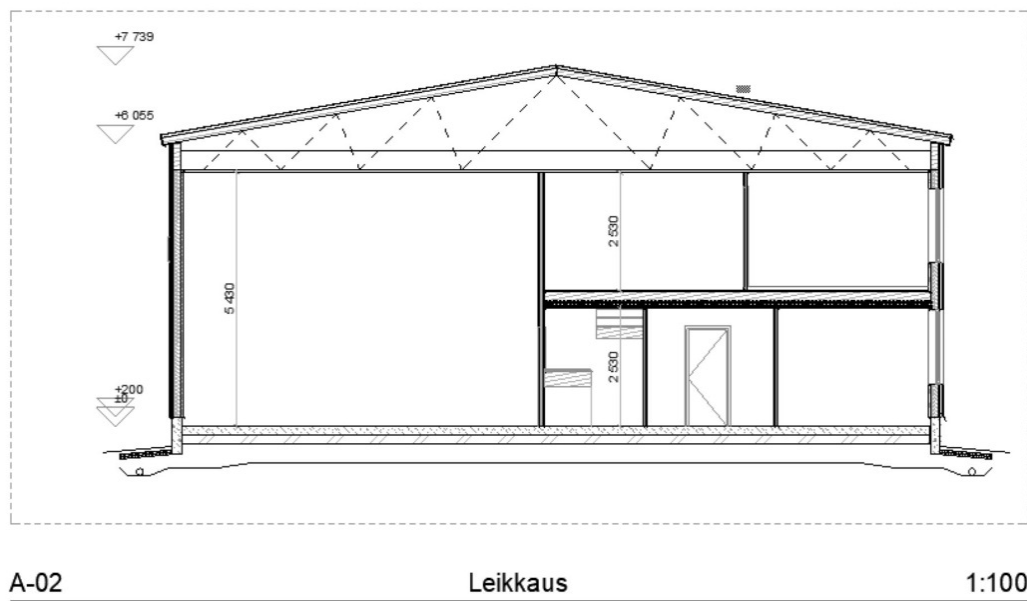
Toisen vaihtoehdon yläpohja on hallin yläpohja koska sosiaalitilat sijaitsevat hallin sisällä.

5.3.4 Välipohja

Toisen vaihtoehdon välipohja kantava rakenne suunniteltiin posi-palkeilla. Posipalkin päälle laitettiin osb-levy joka toimii alustana lattialle, kuten laminaatille. Posipalkin alle suunniteltiin koolaus ja sisäverhous. 100 mm äänieristevillaa asennetaan posipalkiston sisälle.



Kuva 4. Leikkaus. Vaihtoehto 2



Kuva 5. Leikkaus. Vaihtoehto 1

6 Energiatodistus

Laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku (*E-luku*), jonka yksikkönä käytetään kWh_E/(m² a), on energiamuotojen kertoimilla painotettu rakennuksen laskennallinen ostoenergiankulutus rakennuksen lämmitettyä nettoalaa kohden vuodessa. (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017)

Eri tyyppin rakennukset on listattu rakennusmääräyksissä eri luokkiin. Nämä luokat ovat lajiteltu rakennuksen käyttötarkoituksen mukaan. Vaatimukset E-luvulle on kahdeksalla rakennustyyppillä. Tuotantorakennukselle ei ole asetettu vaatimusta E-luvulle mutta kuitenkin se on laskettava. Toimistorakennukselle on annettu vaatimus ja sen tulee täytyä laskelmissa. (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017)

Hallin lämmönlähde on kaukolämpö. Ilmanvaihto on koneellinen hallissa sekä sosiaalituloissa.

U-arvojen vertailuarvot on laskettu Laskentapalvelut.fi U-arvo laskurilla. Vertailuarvot on listattu rakennusosien mukaan. Ne ovat myös erikseen listattu lämpimille tiloille sekä puolilämpimille tiloille. Maanvaraisen laatan U-arvo laskettiin Puuinfo:n U-arvo laskimella. Sandwich elementin U-arvo löytyi tuotteen teknisistä tiedoista. Ikkunoiden ja ovien U-arvot olivat 1.0 W/(m²K)

U-Arvot:

Vaihtoehto 1

Alapohja sos.tila 0,14 W/(m²K)

Alapohja halli 0,12 W/(m²K)

Ulkoseinä sos.tila 0,19 W/(m²K)

Ulkoseinä halli 0,22 W/(m²K)

Yläpohja sos.tila 0,07 W/(m²K)

Yläpohja halli 0,09 W/(m²K)

Energiatodistus ja tasauslaskelma tähän työhön tehtiin Laskentapalveluiden laskureilla (Laskentapalvelut.fi). Tämä laskuri laskee E-luvun ja lämpöhäviön vuoden 2018 voimaan astuneiden rakentamismääräysten mukaan. Laskelmat tehtiin erikseen tomistolle ja hallille. Hallille tehtiin laskemat vaikka sille rakennustyypille ei ole raja-arvoa.

Energialaskelma tehtiin tähän työhön tehtiin ensimmäisen vaihtoehdon hallista ja sosiaalitalasta. Ensimmäisen vaihtoehdon sosiaalitala ylsi energialuokkaan B.

7 Paloturvallisuus

Paloturvallisuus on olennainen asia hallirakennusta. Mahdolliset osastoinnit tulee ottaa huomioon sekä myöskin sosiaalitalat ja sitä koskevat määräykset. Myös hallin ja sosiaalitalojen välinen osastointi on tärkeä aspekti, joka tulee tehdä määräysten mukaan. Samoin myös materiaaleilla on määräyksiä koskien paloturvallisuutta kuten myös rakennuksen kantavilla rakenteilla.

7.1 Paloluokat

Suomessa käytetään neljää paloluokkaa P0, P1, P2 ja P3. P0 paloluokkaa käytetään kun rakennus suunnitellaan oleellisilta osin tai kokonaan käyttäen oletettuun palonkehitykseen perustuvaa menettelyä. Paloluokkia P1, P2 ja P3 käytetään suunnittelussa jotka vastaavat annettuja palomääräyksiä ja lukuarvoja. Eri osat rakennuksessa voivat kuulua eri paloluokkiin jos palon leviämistä estää palomuri. Olennaiset vaatimukset voidaan katsoa täytetyiksi aina kun suunnittelu on tehty palomääräysten taulukkomitoituksella. P0 paloluokan vaatimukset katsotaan tapauskohtaisesti ottaen huomioon rakennuksen ominaisuudet sekä käyttö. Rakennuksen kantavan rakenteen, eli rungon paloteknisessä suunnittelussa tärkeimpänä asiana on palonkestävyys. Myös osastovien rakennusosien suunnittelussa palonkestävyys on tärkeimmässä roolissa. Rungon ja osastovien rakennusosien palonkestävyys määrittelevät pitkälle käytettävät rakennetyypit ja liittymädetaljit.

(Palokirja, 2021)

Taulukko 1. Paloluokat.		
Paloluokka	Kuvaus	Tyypillisiä rakennuskohteita
P0	<ul style="list-style-type: none"> Toiminnallisen palomitoituksen mukaan (henkilömäärää ja palokuormaa koskevat tiedot ilmoitettava) 	<ul style="list-style-type: none"> Yli 28 m korkea asuinrakennus Yli 28 m korkea työpaikkarakennus
P1	<ul style="list-style-type: none"> Rakennuksen kantavien rakenteiden oletetaan kestävän sortumatta palon ja jäähtymisvaiheen aikana ilman, että paloa sammutetaan (yleensä yli 2-kerroksisessa rakennuksessa) Rakennuksen kokoa ja henkilömäärää ei ole rajoitettu 	<ul style="list-style-type: none"> Rakennukset, jotka eivät ole sallittuja paloluokissa P2 ja P3
P2	<ul style="list-style-type: none"> Rakennuksen kantavien rakenteiden vaatimukset voivat olla P1-paloluokkaa lievemmat Riittävä turvallisuustaso saavutetaan asettamalla vaatimuksia erityisesti pintaosien ominaisuuksille ja paloturvallisuutta parantaville laitteille Rakennuksen kokoa ja henkilömäärää on rajoitettu käyttötarkoituksesta riippuen 	<ul style="list-style-type: none"> Enintään 8-kerroksinen 28 m korkea asuinrakennus Enintään 8-kerroksinen 28 m korkea hoitolaitos (pois lukien suljettu rangaistuslaitos) Enintään 8-kerroksinen 28 m korkea majoitusrakennus Enintään 8-kerroksinen 28 m korkea työpaikkarakennus Enintään 4-kerroksinen 14 m kokoonumis- ja liikerakennus 1-kerroksinen tuotanto- ja varastorakennus¹⁾
P3	<ul style="list-style-type: none"> Rakennuksen kantavilta rakenteilta ei yleisesti vaadita palonkestävyyttä, joitakin tapauksia lukuun ottamatta (esimerkiksi osastoivilla rakenteilla myös R-vaatimus) Riittävä turvallisuustaso saavutetaan rajoittamalla rakennuksen kokoa ja henkilömäärää käyttötarkoituksesta riippuen 	<ul style="list-style-type: none"> Enintään 2-kerroksinen 9 m korkea asuinrakennus (kerrokset samaa palo-osastoa) Enintään 1-kerroksinen 9 m korkea hoitolaitos Enintään 2-kerroksinen 9 m korkea majoitusrakennus Enintään 2-kerroksinen 9 m korkea työpaikkarakennus Enintään 2-kerroksinen 9 m korkea kokoonumis- ja liikerakennus 1-kerroksinen 14 m korkea tuotanto- ja varastorakennus¹⁾

¹⁾ Pääosin 1-kerroksisessa rakennuksessa toisen kerroksen tasolle saa sijoittaa osastoituna enintään 200 m² ja osastoimattomana enintään 50 m² oleellisesti rakennuksen toimintaan liittyviä tiloja.

Paloluokat. (Palokirja, 2021)

Molemmissa vaihtoehdoissa hallit olivat 1-kerroksisia alle 14 m korkeita tuotanto- ja varastorakennuksia. Asiasta keskusteltiin myös kunnan palontarkastajan kanssa, jonka mukaan hallit kuuluisivat paloluokkaan P2. Näin ollen hallit kuuluisivat paloluokkaan P2. Palontarkastajan mukaan palon syttymisen ja leviämisen ehkäisyksi halliin tulee sijoittaa alkusammutusvälineet. Alkusammutusvälineisiin kuuluu palopostiverkosto, käsisammuttimet sekä palovaroittimet.

Sosiaalitilat ensimmäisessä vaihtoehdossa oli sijoitettuna hallin ulkopuolelle ja oli 1-kerroksinen alle 9 m korkea työpaikkarakennus. Näin taulukosta voisi päätellä että se rakennus kuuluisi paloluokkaan P3.

Sosiaalitilat toisessa vaihtoehdossa olivat hallin sisäpuolella. Sosiaalitilat oli sijoitettu kahteen kerrokseen, silti alle 9 m korkeasti. Taulukosta voi lukea että pääosin 1-kerroksisen rakennuksen toisen kerroksen tasolle saa sijoittaa tiloja. Nämä tilat tulee olla osastoituja ja enintään 200 neliötä. Lähtökohdanna on että halli kuuluu paloluokkaan P2, ja näin voi myös päätellä taulukon mukaan.

7.2 Palovaarallisuusluokka

Tuotantotiloissa ja varastotiloissa käytetään myös palovaarallisuusluokkaa joka määräytyy rakennuksen käyttötarkoituksen ja toiminnan mukaan. Palovaarallisuusluokkia on kaksi, luokka1 ja luokka2. Nämä luokat indikoivat siis kuinka paloherkkä toimintaa rakennuksessa harjoitetaan. Rakennuksen eri tiloilla voi myös olla eri luokat. (Ympäristöministeriön asetus. 848/2017)

Tässä työssä esitetyn hallin tarkoitus on tuotanto, ja tarkemmin elementtituotanto. Hallissa ei tulla varastoimaan räjähdysherkkää tai paloherkkää materiaalia. Tuotannon yhteydessä kuitenkin voi muodostua hienojakoista pölyä. Tämä seikka tarkoittaa että hallin tulee kuulua palovaarallisuusluokkaan 2. Mahdollinen puruimuri automaattisella sammutusjärjestelmällä sijoitetaan halliin. Todettakoon että 7§ mukaan tuotantotilojen osalta palokuormat määritellään kohdekohtaisesti, ja puuntyöstötiloissa saattaa olla korkeampi vaatimustaso. (Ympäristöministeriön asetus. 848/2017)

Rakennuksella on myös paloluokan sekä palovaarallisuusluokan mukaan enimmäisala palo-osastoineille. Palo-osastointi P2 paloluokan sekä palovaarallisuusluokan 2 rakennuksessa saa enintään olla 1000 neliötä. (Ympäristöministeriön asetus. 848/2017) Palo-osastoinnin alavaatimukset täyttyvät sillä halli itsessään on alle 1000 neliötä.

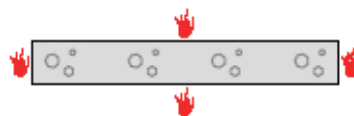
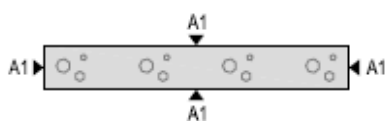
7.4 Pintamateriaalit

Rakennuksen pinnoille on asetettu luokkavaatimukset . Palon leviämisen, lämmöntuoton, lieskahduksen alkamishetken sekä pisaroiden ja savun muodostumisen kannalta on suuri merkitys minkä pintaluokan tuotteita käytetään. Puupohjaisten tuotteiden asennustavalla, tiheydellä, paksuudella sekä alusrakenteella on suuri merkitys mihin pintaluokkaan tuote kuuluu. (Palokirja, 2021)

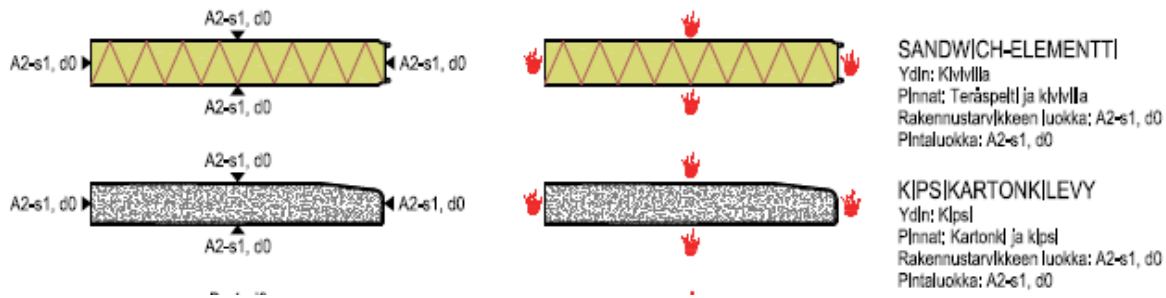
Käyttötarkoitus	Pinta	Rakennuksen paloluokka		
		P1	P2	P3
Asunnot	seinät ja katot	D-s2, d2 ¹⁾	D-s2, d2 ⁴⁾	D-s2, d2 ¹⁾
Majoitustilat	seinät ja katot	D-s2, d2	B-s1, d0 ^{4) 2)} (C-s2, d1* ^{4) 2)})	D-s2, d2
Hoitolaitostilat	seinät ja katot lattiat	B-s1, d0 D _{FL} -s1	B-s1, d0 ⁴⁾ D _{FL} -s1	D-s2, d2 –
Kokoontumis- ja liiketilat				
– enintään 300 m ² palo-osasto: ravintolat, myymälät, koulut, liikuntahallit, teatterit, kirkot, päiväkodit ja päivähoitolaitokset	seinät ja katot	D-s2, d2	D-s2, d2 ⁴⁾	D-s2, d2
– yli 300 m ² palo-osasto: ravintolat, koulut, liikuntahallit, teatterit, kirkot, päiväkodit ja päivähoitolaitokset	seinät ja katot	C-s2, d1 (D-s2, d2*)	C-s2, d1 ⁴⁾ (D-s2, d2* ⁴⁾)	D-s2, d2
– yli 300 m ² palo-osasto: myymälät, näyttelyhallit ja kirjastot	seinät ja katot lattiat	B-s1, d0 (C-s2, d1*) D _{FL} -s1	B-s1, d0 ⁴⁾ (C-s2, d1* ⁴⁾) D _{FL} -s1	B-s1, d0 (C-s2, d1*) –
Työpaikatilat	seinät ja katot	D-s2, d2 ¹⁾	B-s1, d0 ^{4) 2)} (D-s2, d2* ⁴⁾)	D-s2, d2 ¹⁾
Tuotanto- ja varastotilat				
– palovaarallisuusluokka 1	seinät katot lattiat	D-s2, d2 D-s2, d2 D _{FL} -s1	D-s2, d2 ⁴⁾ B-s1, d0 D _{FL} -s1	D-s2, d2 D-s2, d2 –
– palovaarallisuusluokka 2	seinät ja katot lattiat	B-s1, d0 A2 _{FL} -s1	B-s1, d0 A2 _{FL} -s1	B-s1, d0 A2 _{FL} -s1
Autokorjaamot ja -huoltamot, autosuojat	seinät ja katot lattiat	B-s1, d0 A2 _{FL} -s1	B-s1, d0 A2 _{FL} -s1	B-s1, d0 ⁵⁾ A2 _{FL} -s1
Ullakot ja yläpohjan ontelot				
– ullakot sekä yläpohjan ontelot, jotka on osastoitu alapuolisesta tilasta	ullakon tai ontelon sisäpinnat	D-s2, d2 ¹⁾	D-s2, d2 ¹⁾	–
– asuinrakennuksen irtaimiston säilytystä tai pyykinkuivausta varten tarkoitettu ullakko	lattiat	D _{FL} -s1	D _{FL} -s1	D _{FL} -s1
– yläpohjan ontelot, joita ei ole osastoitu alapuolisesta tilasta. Vaatimus ei koske lämmöneristeen tuuletusuria.	ontelon sisäpinnat	B-s1, d0 ¹⁾	B-s1, d0 ¹⁾	–
Kellarit	seinät ja katot lattiat	C-s2, d1 D _{FL} -s1	B-s1, d0 D _{FL} -s1	D-s2, d2 D _{FL} -s1
Teknisen huollon tilat	seinät ja katot lattiat	B-s1, d0 D _{FL} -s1	B-s1, d0 ⁴⁾ D _{FL} -s1	B-s1, d0 D _{FL} -s1
Kattilahuoneet, syöttöhuoneet ja nestemäisen polttoaineen varastot	seinät ja katot lattiat	B-s1, d0 A2 _{FL} -s1	B-s1, d0 ⁴⁾ A2 _{FL} -s1	B-s1, d0 A2 _{FL} -s1

Sisäpuolen pintaluokkavaatimuksia. (Ympäristöministeriön asetus. 848/2017)

Tuotanto ja varastotilan palovaarallisuusluokan 2 ja paloluokan P2 rakennuksen pintojen luokat tulevat vähintään olla seinillä ja katoilla, B-s1, d0 ja lattialla A2_{FL}-s1.



BETONI
Rakennustarvikkeen luokka: A1
Pintaluokka: A1



Pintaluokkia. (Palokirja 2021)

Betoni kuuluu pintaluokkaan A1. Sandiwch-elementti kuuluu pintaluokkaan A2-s1, d0. Kipsilevy kuuluu pintaluokkaan A2-s1, d0. Näin ollen hallin kaikki käytettävät pinnat täyttävät asetetun pintaluokka vaatimuksen.

7.5 Uloskäytävät

Rakennuksesta tulee olla turvallista poistua palotilanteissa ohjattua reittiä pitkin nopeasti. Uloskäytävät tulee osastoida tai niiden pitää johtaa suoraan turvalliselle alueelle. Poiketen edellisestä, työpaikkatilassa joka on alle 300 neliötä riittää yksi uloskäytävä ja varatiejärjestely. Varatiejärjestely suunnitellaan tapauskohtaisesti. Ikkuna tai muu aukko voidaan suunnitella varatieksi jonka kautta pelastuminen on mahdollista. Seinässä oleva varatien kuten ikkunan, tulee olla vähintään 600 mm x 500 mm ja niin että korkeuden ja leveyden yhteenlaskettu pituus on vähintään 1500 mm. Mikäli varatiestä pudotus maanpintaan on yli 3.5 m tulee enintään 2-kerroksisen P2 paloluokan rakennuksen kyseinen varatie varustaa kiinteillä tikkailla. (Palokirja, 2021)

Taulukko 31. Uloskäytävän palotekniset vaatimukset enintään 2-kerroksisessa P2-paloluokan rakennuksessa.

P2

■ = osastoiva rakennusosa ■ = ontelon palokatko

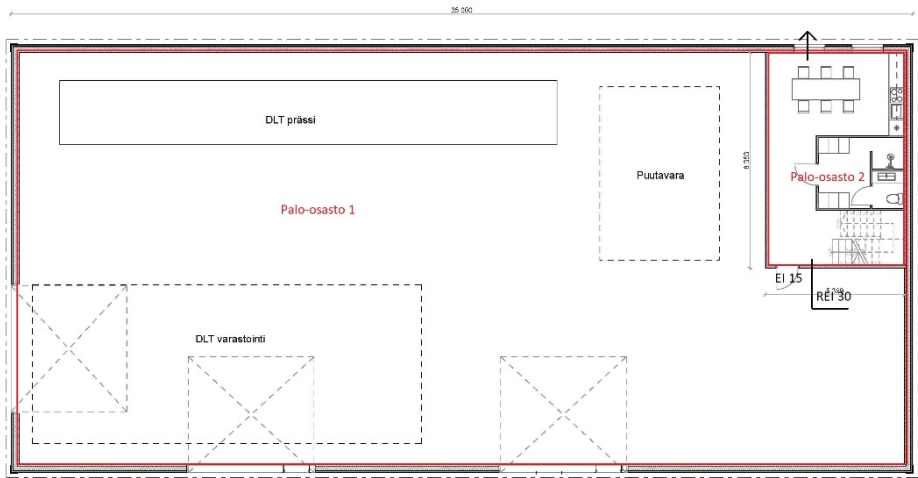
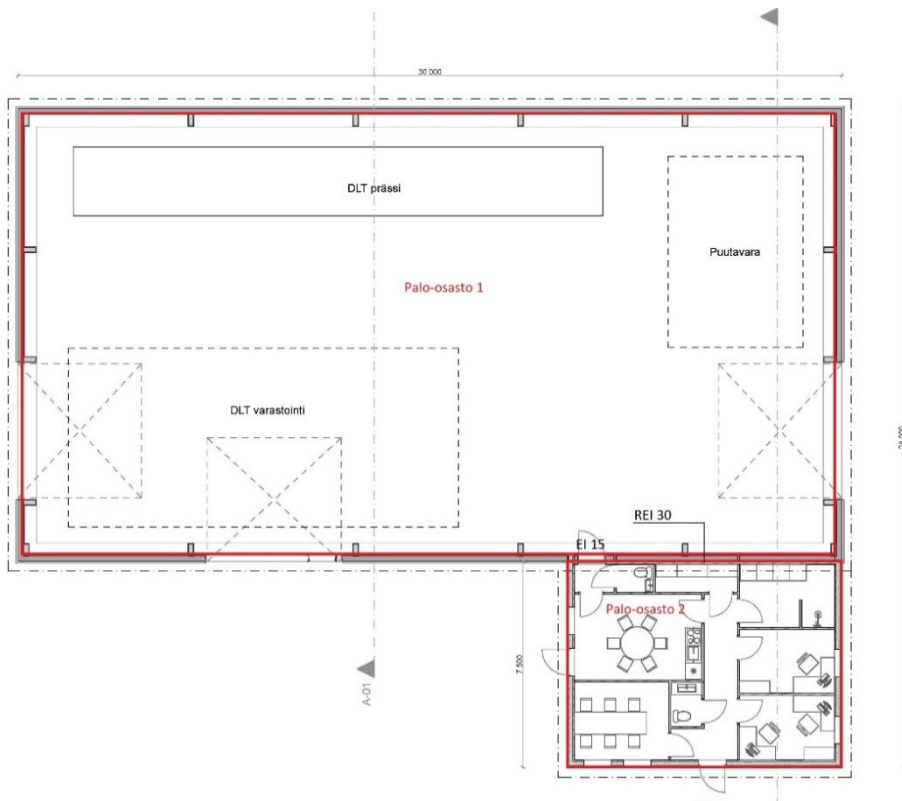
Yleiset vaatimukset				
- Uloskäytävän kantavat rakennusosat R 30 - Uloskäytävän osastoivat rakennusosat EI 30 - Porrastasanteet ja -syöksyt R 30 - Portaan rungon rakennustarvikkeet vähintään D-s2, d2-luokkaa				
Nro	Rakennusosa	Suojaverhoisuus	Pintaluokka	Huomioitavaa
1)	Lattiat	-	D _{FL} -s1	
2)	Seinät	K ₂ 10, B-s1, d0	A2-s1, d0	Vähäisten osien pintaluokka B-s1, d0
3)	Katot	K ₂ 10, B-s1, d0	A2-s1, d0	Vähäisten osien pintaluokka B-s1, d0
4)	Porrastasanteet ja -syöksyt	-	A2-s1, d0	Vähäisten osien pintaluokka B-s1, d0
5)	Portaiden yläpinnat Porrastasanteiden yläpinnat Portaiden etupinnat Porrastasanteiden etupinnat	-	D _{FL} -s1 D _{FL} -s1 B-s1, d0 B-s1, d0	
Nro	Muut palotekniset vaatimukset			
6)	Kun H ≤ 6 m, voidaan savunpoistotapana käyttää porrastasanteelta seisten helposti avattavaa ikkunaa tai luukkaa, jonka vähimmäisala ≥ 0,5 m ²			
7)	- Ovi osastoivassa seinässä EI 15 - Oven tulee olla, pois lukien asuinhuoneiston kerrostaso-ovi, itsestään sulkeutuva ja salpautuva - Oven tulee avautua poistumissuuntaan, kun ovi on asuinhuoneiston kerrostaso-ovi tai oven kautta poistuu yli 60 henkilöä			

Enintään 2-kerroksisen P2-paloluokan rakennuksen palotekniset vaatimukset. (Palokirja 2021)

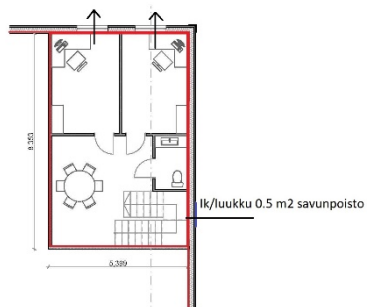
Tässä tapauksessa sosiaalitulat ovat alle 300 neliötä ja sisältävät enemmän kuin yhden oven suoraan ulos rakennuksesta. Samalla lailla hallista on useita ovia suoraan ulos rakennuksesta.

Toisen halli-vaihtoehdon sosiaalitulojen toisen kerroksen ikkunoiden alle tulee asentaa kiinteät tikkaat. Kaikki sisäpinnat ovat kipsilevyä (A2-luokitus) ja portaat terästä (A1-luokitus). Näin ollen myös rakennusosat täyttävät pintamateriaalien palotekniset vaatimukset.

Palo-osastoinnit



0 Kerros 0



1. Kerros 1:100

8 Kustannuslaskelma

Kustannuslaskelman oli tarkoitus luoda edellytykset, jotta voidaan verrata ja harkita hallirakennuksen ja sosiaalitilojen rakentamista. Kustannuslaskelman tarkoitus oli luoda raamit hankkeen realistiselle toteutukselle ja antaa lisätietoa päätöksentekoon hankkeen suhteen.

Työssä ei otettu huomioon tontin kustannuksia taikka pihatoimintojen kustannuksia, sillä suunnittelutyön aikana oli vielä epävarmaa varsinaisen tontin valinnasta. Työssä ei myöskään otettu huomiin hallin mahdollisia varustelutasoa.

Laskelma toteutettiin Talo2000-litteran avulla ja yrityksen kokemuspohjan avulla. Laskennassa käytettiin apuna myös Rakennusteollisuuden kustannuslaskuria. Materiaalikustannukset poimittiin suoraan valmistajan tai myyjän sivuilta. Osa materiaalikustannuksista löytyi myös KI-Groupilta. Hinnat on haettu vuoden 2021 aikana. Laskelmassa ei otettu huomioon alennuksia ja inflation vaikutusta.

Ensimmäisen vaihtoehdon kustannuslaskelma näytti hallin osalta kokonaiskustannusta 439 187 € sis alv 24 %. Sosiaalitilojen osalta kustannuslaskelma näytti 147 540 € sis alv 24 %. Tällä tavoin hallille muodostui neliöhinta joka oli noin 880€ per neliö ja sosiaaliloille 1970€ per neliö. Kokonaiskustannus projektille on 586 727 €. Piharakenteita ja tonttia ei otettu huomioon laskelmissa.

Toisen vaihtoehdon kustannuslaskelma näytti, että hallin ja sosiaalitilojen yhteenlasketut kustannukset ovat 490 341 € sis alv 24 %. Kustannus per neliö tuli olemaan noin 960 €. Piharakenteita ja tonttia ei otettu huomioon laskelmissa.

9 Lopputulos

Lopputulos on kaksi hallityyppiä KI-Group Oy:lle, jonka pohjalta he voivat suunnitella hankettaan. Kaksi eri hallityyppiä, eri runkovaihtoehdoilla jossa toinen on pilarikehikko sandwich-elementeillä ja toinen on perinteinen pystyrunko puuelementtitoteutuksena. Tontti valittiin alustavasti Kokkolasta. DLT tuotannosta tehtiin myös selvitys ja miten koneisto voidaan sijoittaa

halliin.

Piirustuksista voidaan käyttää luvan haussa. Rakennetyyppejä voidaan suoraan käyttää ja vertailla mahdollisten muiden rakennetyyppien kanssa. Rakennustapaselostus auttaa hahmottamaan rakenteet ja nopeuttaa rakennuksen rakenteita.

Kustannusten osalta kalliimaksi vaihtoehdoksi tuli liimapuupilari-sandwichhalli jonka kustannus tuli olemaan 586 727 €. Pystyrunko-puuelementtihallin kustannukset olivat 490 341 €.

10 Keskustelu

Luonnokset tehtiin aluksi hyvin suoraviivaiseen tapaan ja löydettiin työlle suunta, mutta kuitenkin tämän aikaansaaminen vei aikaa. Varsinkin alustavat luonnokset ja niiden pääpiirteet oli haastaavaa löytää. Silti annettiin suhteellisen vapaat kädet toteuttaa työtä, joka auttoi olemaan luova, mutta samalla haastoi itseäni löytämään toimiva suunta työlle.

Yhteistyö tilaajan kanssa toimi oikein hienosti. Olemalla osa mahdollista tulevaa hanketta oli miellyttävää nähdä työn valmistuminen ja sen mahdollinen hyödyntäminen tulevaisuudessa. Tietenkin tässäkin olisi voinut käydä vielä enemmän läpi eri työn aspekteja ja suunnitella enemmän ennakkoon.

DLT:n haasteena on se että sitä ei Suomessa ole käytetty eikä siitä näin ollen löydy suunnitteluohjeita. DLT itsessään on kuitenkin mielenkiintoinen tuote olemalla liimaton massiivipuulevy. Mahdollisuudet massiivipuukurakentamiseen ilman liimaa tai nauloja voisi olla DLT:ssä.

Työmaalla DLT:n asennus vastaisi varmasti CLT:n asennusta jossa elementit kiinnitetään toisiinsa ruuveilla. DLT-, CLT- ja hirsirakenne voisi toimia myös yhdessä hyvin eri rakenteissa.

DLT prässi sopisi halliin sisälle. Jos DLT tuotannon prosessi kokonaisuudessaan haluttaisiin samaan paikkaan vaatisi se luultavasti enemmän tilaa. Tämä mikäli tuotannon prosessi sisältäisi kaikki lähtien raakapuun höyläyksestä ja profiilin työstämisestä aina CNC-koneen lopputyöstöihin. Mikäli raakapuuta saa valmiiksi työstettynä ja profiloituna niin saadaan tuotantoa

aloitettua pelkällä DLT prässillä.

Hallin osalta myös muita vaihtoehtoja mietittiin, mutta nämä kaksi vaihtoehtoa lopulta toteutettiin tässä työssä. Voisi kuvitella myös että jonkunlainen massiivipuun ratkaisu olisi voinut olla myös toimiva.

Hallin kustannukset nousivat korkeammaksi kuin tilaaja oli ennakoanut. Tarkasteltuani laskelmia voidaan sanoa, että rakennuskustannuksia voitaisiin karsia oman työn osuudella. Varmasti myös säästöjä voisi syntyä ylipäättäen koko projektista oman työn osuudella.

Lähteet

Adeayo Sotayo, Daniel Bradley, Michael Bather, Pooya Sareh, Marc Oudjene Imane El-Houjeyri ”...” ZhongweiGuan. (2020) *Review of state of the art of dowel laminated timber members and densified wood materials as sustainable engineered wood products for construction and building applications.*

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666165919300043> [haettu 2.5.2021]

Keronen,A., 2009. *Puuhallin rakenteet*. Helsinki: Puuinfo.

[Online]<https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/07/090202-puuhallin-rakennesuunnittelu.pdf>, [haettu 27.4.2021]

Laskentapalvelut.fi [Online]

https://www.laskentapalvelut.fi/index_for_JRF.php [haettu 1.5.2021]

Mitek.fi [Online]. *Posi-palkki tekniset tiedot.*

<https://www.mitek.fi/posi-palkki/tekniset-tiedot/>, [haettu 2.5.2021]

Parocpanels.com [Online]. *Sandwichelementit.*

<https://www.parocpanels.com/fi-fi/tuotteet/sandwichelementit/ulko-ja-sisaseinien-elementtijarjestelma/ast-f-seinaelementtijarjestelma>, [haettu 8.3.2021]

Pohri.fi [Online]. *Ristikkotyypit ja niiden ominaisuudet.*

<https://www.pohri.fi/11>, [haettu 2.5.2021]

Puuinfo.fi [Online]. *Liittimillä kootut massiivipuulevyt*

<https://puuinfo.fi/puutieto/insinoorituotteet/olet-taalla-liittimilla-kootut-massiivipuulevyt-nlt-mhm-dlt/> [haettu 16.5.2021]

Puuinfo.fi [Online]. *Puun ominaisuudet*

<https://puuinfo.fi/puutieto/puun-ominaisuuksia/> [haettu 16.5.2021]

Puuinfo Oy., 2021. *Paloturvallinen puutalo.*

[Online]file:///C:/Users/kanka/OneDrive/Ty%C3%B6p%C3%B6yt%C3%A4/Paloturvallinen%20Puutalo_Palokirja%202021.pdf [haettu 28.5.2021]

Salonen, K.,Keronen, A.,Lod,T., 2009. *Puuhallin Suunnittelu*. Helsinki: Puuinfo.

[Online] <https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/07/puuhallin-suunnittelu->

[090202www.pdf](#), [haettu 16.2.2021]

Storaenso.com [Online]. *Ligniini*
<https://www.storaenso.com/fi-fi/products/lignin> [haettu 28.5.2021]

Structurecraft.com [Online]. *Dlt design profile guide*.
https://structurecraft.com/assets/img/materials/dlt_design_profile_guide_v4_march_2019.pdf, [haettu 15.5.2021]

Tuotanto- ja varastorakennusten paloturvallisuus E2. (2005)
www.finlex.fi [haettu 28.5.2021]

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta. 1010/2017. (2017).
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171010?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=1010%2F2017#Pidp446507136>, [haettu 29.2.2021]

Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. 848/2017 (2017).
https://ym.fi/documents/1410903/38439968/julkaistu-paloasetus-2017-66288BFB_A697_4FCB_B602_CE0316F2C37B-134002.pdf/05d6d370-2c01-bd84-110a-94e9f6b5370b/julkaistu-paloasetus-2017-66288BFB_A697_4FCB_B602_CE0316F2C37B-134002.pdf?t=1603260642204
[haettu 30.5.2021]

Liitteet

Liite 1

Rakennustapaselostus Vaihtoehto 1

Yleisesti

Hallin koko on 500 m². Sosiaalitilojen koko on 75 m². Halli ja sosiaalitilat ovat kytkettyjä yhdeltä seinältä.

1. Alapohja

Perustuksesta yleisesti:

Perustetaan kantavalle murskepedille.

Sosiaalitilat:

Teräsbetoni-laatta 100 mm eristyksen 200 mm ja hiekkapedin päällä. Sokkeli muurataan 200 mm leca harkoista. Leca harkkojen alle valetaan 200 mm x 600 mm antura.

Halli:

Teräsbetoni-laatta 180 mm, eriste 200 mm jonka alla murskepeti. Holkkiperustus kantavien pilarien alle ja sokkeli elementti 200 mm holkkiperustusta vasten.

2. Ulkoseinät

Sosiaalitilat:

Rankarunko pystyrunko 48x148 mm. Lisäeriste 50 mm sisäpuolella. Ulkovuori vaakapaneeli. Sisäverhous Gyproc.

Halli:

Kantava pilari liimapuurunko. Sandwich Paroc 200 mm.

3. Kattorakenne

Sosiaalitilat:

Kantavat puu kattoristikot. Puhallettu mineraalivilla 500 mm. Sisäverhous Gyproc. Vesikatto

pystysauma lukkopeltikate.

Halli:

Kantavat puu kattoristikot. Puhallettu mineraalivilla 400 mm. Sisäverhous Gyproc. Vesikatto pystysauma lukkopeltikate.

4. Ovet

Ulko-ovet

Sosiaalitilat:

Tavallinen eristetty puu ulko-ovi. Sos.tilan ja hallin välinen ovi EI30 10x21

Halli:

Nosto-ovet 4500x5000 mm eristetty alumiini. Nosto-ovissa tavallinen 10x21 alumiini ovilehti myös.

Sisä-ovet

Sosiaalitilat:

Valkoiset kevytlaaka väliovet 9x21.

5. Ikkunat

Sosiaalitilat:

MSE ikkuna 1+2 lasi, puu.

Halli:

Tikli pontti alumiini ikkunat.

6. Väliseinät

Sosiaalitilat:

Väliseinärunko 66 mm+mineraalivilla, molemmin puolin Gyproc GEK 13 mm.

Halli-sosiaalitilat:

Sandwich 200 mm. Pystyrunko kantava 48x98 mm eristetty. Gyproc GEK 13 mm. Tilaa myös tekniikalle seinässä.

7. Pintamateriaalit

Sosiaalitilat:

Kuivissa tiloissa laminaatti. Märkätilat 10x10 mm lattialaatta harmaa. Eteinen 500x500 mm lattialaatta harmaa.

Seinät yleensä maalattu valkoinen Gyproc. Märkätilat seinälaatta 300x600 mm valkoinen.

Katto maalattu valkoinen Gyproc.

Halli:

Yleensä sandwich sisäpinta.

Katto Gyproc

8. Varustelu

Keittiö: Jääkaappi-pakastin, mikro, tiskiallas.

Keittiö yleisesti valkoiset kaapistot.

9. Sähkö

Sosiaalitilat:

Sähköasennus suunnitelmien mukaan.

Halli:

Sähköasennus suunnitelmien mukaan.

10. LVI

Sosiaalitilat ja halli:

Vesi ja viemerä liitetään kunnalliseen. Verkostoon asennus suunnitelmien mukaan.

11. Ilmanvaihto ja lämmitys

Sosiaalitilat:

Koneellinen ilmanvaihto. Kaukolämpö.

Halli:

Koneellinen lämmitys ja jäähdytys sekä kosteudenpoisto. Kaukolämpö.

Liite 2

Rakennustapaselostus Vaihtoehto 2

Yleisesti

Hallin koko on 510 m². Sosiaalitilojen koko on 80 m². Halli ja sosiaalitilat ovat kytkettyjä yhdeltä seinältä.

1 Alapohja

Perustuksesta yleisesti:

Perustetaan kantavalle murskepedille.

Sosiaalitilat:

Teräsbetoni-laatta 180 mm, eriste 200 mm jonka alla murskepeti. Holkkiperustus kantavien pilarien alle ja sokkeli elementti 200 mm holkkiperustusta vasten.

Halli:

Teräsbetoni-laatta 180 mm, eriste 200 mm jonka alla murskepeti. Holkkiperustus kantavien pilarien alle ja sokkeli elementti 200 mm holkkiperustusta vasten.

2 Ulkoseinät

Sosiaalitilat:

Rankarunko pystyrunko 48x98 mm. Gyproc-levy molemmin puolin.

Halli:

Kantava puuelementti ulkoseinä.

3 Kattorakenne

Sosiaalitilat:

Kantavat puukattoristikot. Puhallettu mineraalivilla 400 mm. Sisäverhous Gyproc-levy. Vesikatto pystysauma lukkopeltikate.

Halli:

Kantavat puukattoristikot. Puhallettu mineraalivilla 400 mm. Sisäverhous Gyproc-levy. Vesikatto pystysauma lukkopeltikate.

4 Ovet

Ulko-ovet

Sosiaalitilat:

Sos.tilan ja hallin välinen ovi EI30 10x21

Halli:

Nosto-ovet 4500x5000 mm eristetty alumiini. Nosto-ovissa tavallinen 10x21 alumiini ovilehti myös.

Sisä-ovet

Sosiaalitilat:

Valkoiset kevytlaaka välioivet 9x21.

5 Ikkunat

Sosiaalitilat:

MSE ikkuna 1+2 lasi, puu.

Halli:

Tikli pontti alumiini-ikkunat.

6 Väliseinät

Sosiaalitilat:

Väliseinärunko 66 mm+mineraalivilla, molemmin puolin Gyproc GEK 13 mm.

7 Pintamateriaalit

Sosiaalitilat:

Kuivissa tiloissa laminaatti. Märkätilat 10x10 mm lattialaatta harmaa. Eteinen 500x500 mm lattialaatta harmaa.

Seinät yleensä maalattu valkoinen Gyproc-levy. Märkätilat seinälaatta 300x600 mm valkoinen.

Katto maalattu valkoinen Gyproc-levy.

Halli:

Yleensä Gyproc-levy sisäpinta tai osb sisäpinta

Katto Gyproc, ei tarvitse maalata.

8 Varustelu

Keittiö: Jääkaappi-pakastin, mikro, tiskiallas.

Keittiö yleisesti valkoiset perus kaapistot.

9 Sähkö

Sosiaalitilat:

Sähköasennus suunnitelmien mukaan.

Halli:

Sähköasennus suunnitelmien mukaan.

10 LVI

Sosiaalitilat ja halli:

Vesi ja viemerä liitetään kunnalliseen. Verkostoon asennus suunnitelmien mukaan.

11 Ilmanvaihto ja lämmitys

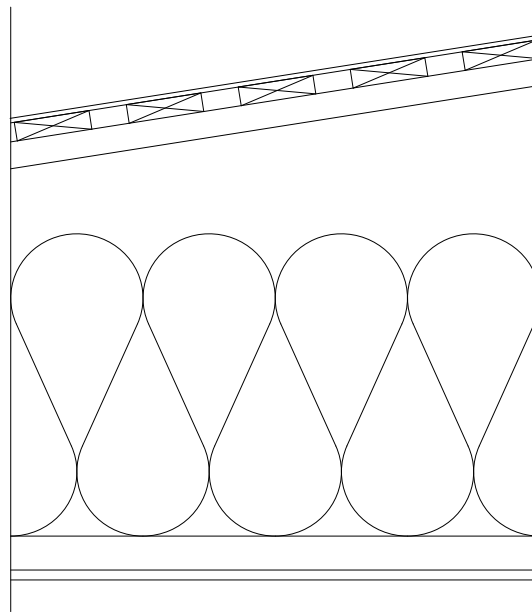
Sosiaalitilat:

Koneellinen ilmanvaihto. Kaukolämpö.

Halli:

Koneellinen lämmitys ja jäähdytys sekä kosteudenpoisto. Kaukolämpö.

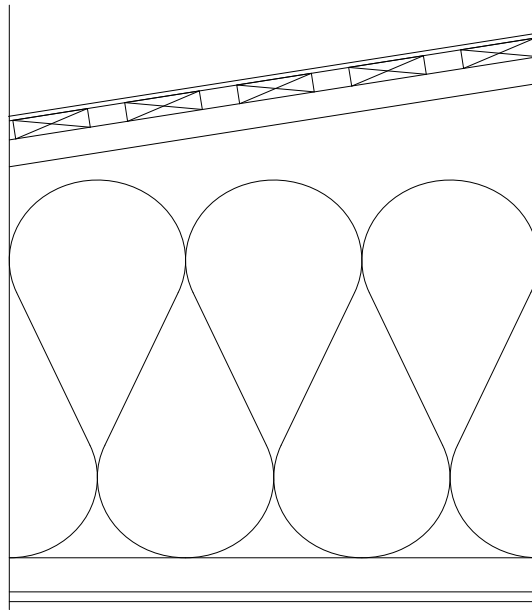
	Työ.nr		1.
	Pvm	Nimi	
Projekti Tuotanhalli+sos.tila	Sisältö Yläpohja		



6 mm	Pelti
25 mm	Ruode
32 mm	Rima
	Aluskate
400 mm	Runko+eriste
48 mm	Koolaus
13 mm	Sisäverhous

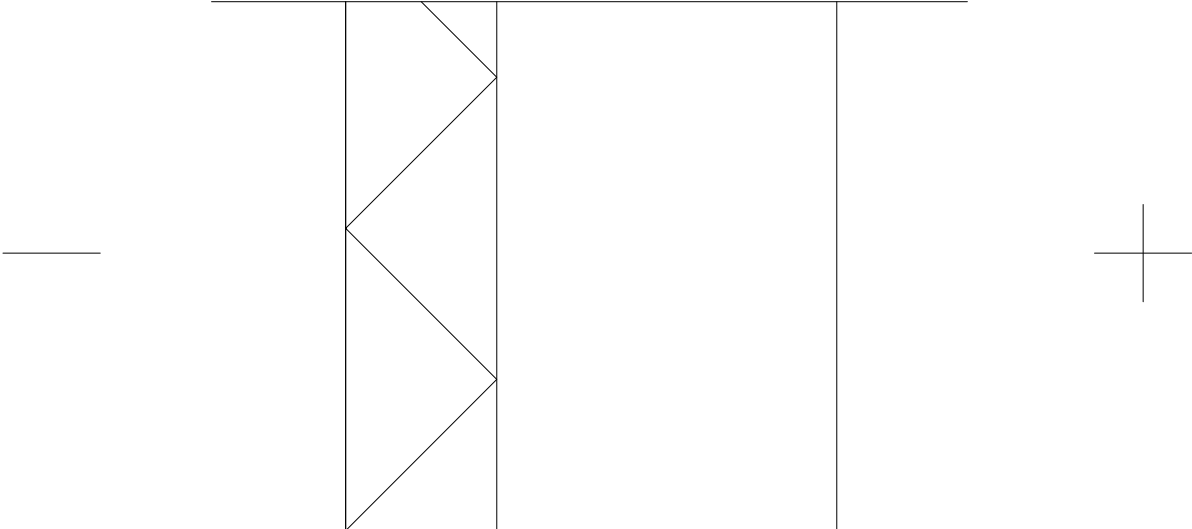
Paloluokka: P3

	Työ.nr		2.
	Pvm	Nimi	
Projekti	Sisältö		
Tuotanhalli+sos.tila	Yläpohja		

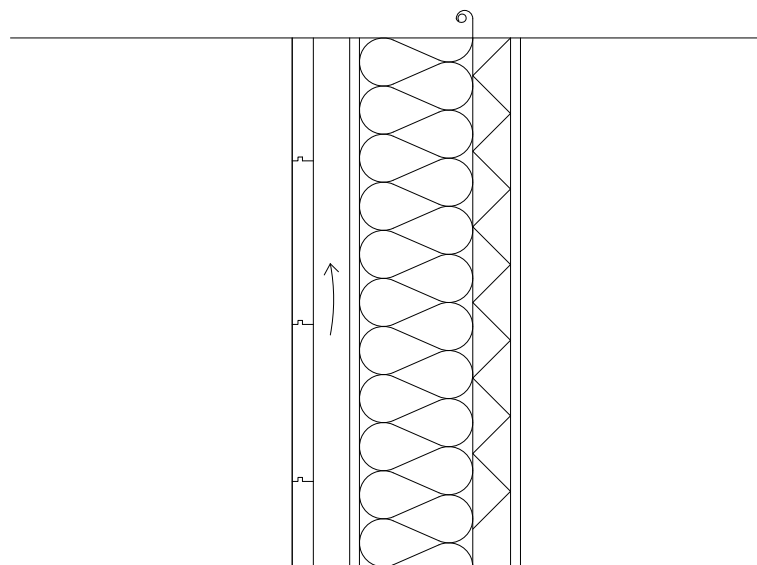


6 mm	Pelti
25 mm	Ruode
32 mm	Rima
	Aluskate
500 mm	Runko+eriste
48 mm	Koolaus
13 mm	Sisäverhous

Paloluokka: P3

	Työ.nr		3.
	Pvm	Nimi	
Projekti Tuotanhalli+sos.tila	Sisältö US halli		
			
	200 mm	1 Paroc Sandwich	
	450 mm	2 Liimapuu	
Paloluokka: P3 Paloturvallisuusluokka EI30			

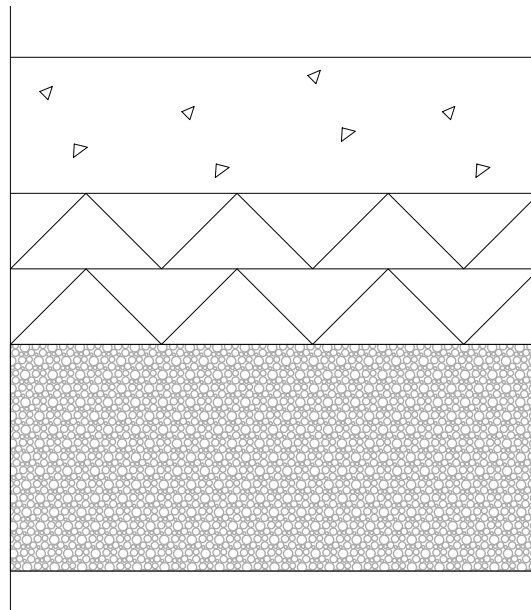
	Työ.nr		4.
	Pvm	Nimi	
Projekti Tuotanhalli+sos.tila	Sisältö US sos.tila		



28 mm	Ulkoerhöus
48 mm	Koolaus
13 mm	Tuulensuoja
150 mm	Runko+eriste
50 mm	Eriste
13 mm	Sisäerhöus

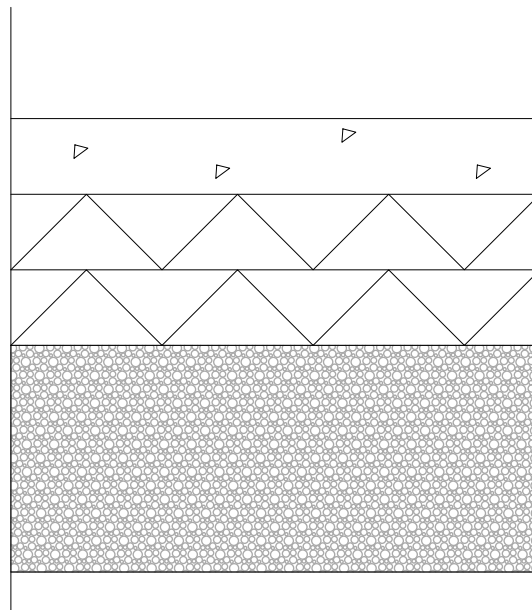
Paloluokka: P3
Paloturvallisuusluokka EI30

	Työ.nr		5.
	Pvm	Nimi	
Projekti	Sisältö		
Tuotanhalli+sos.tila	Alapohja		



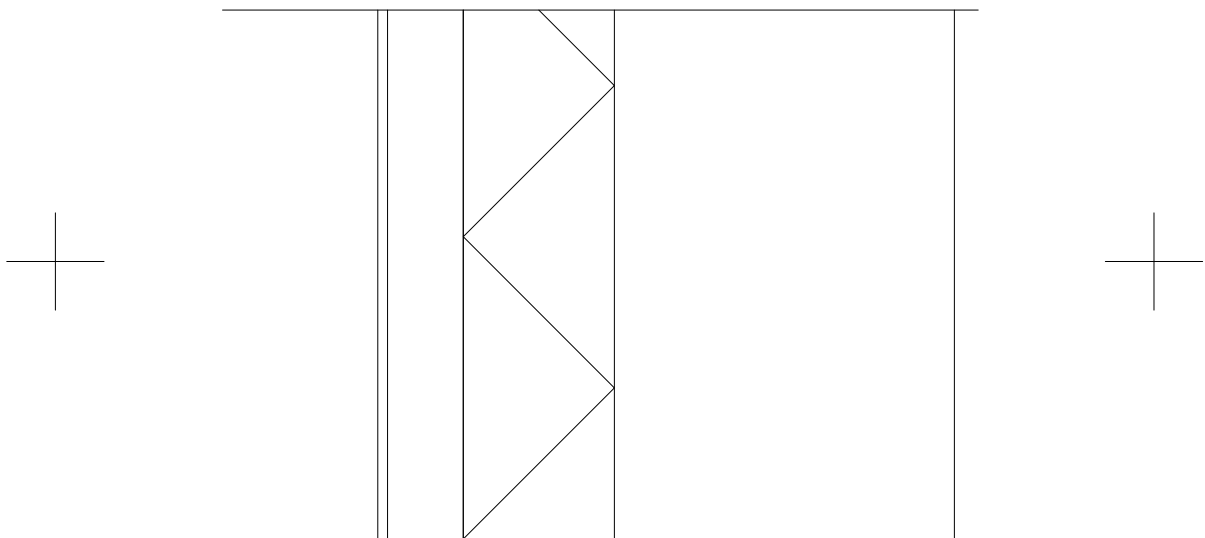
180 mm	Pintakäsittely
200 mm	Teräsbetoni
>300 mm	Eristys
	Murskepeti
	Suodatinkangas

	Työ.nr		6.
	Pvm	Nimi	
Projekti Tuotanhalli+sos.tila	Sisältö Alapohja		



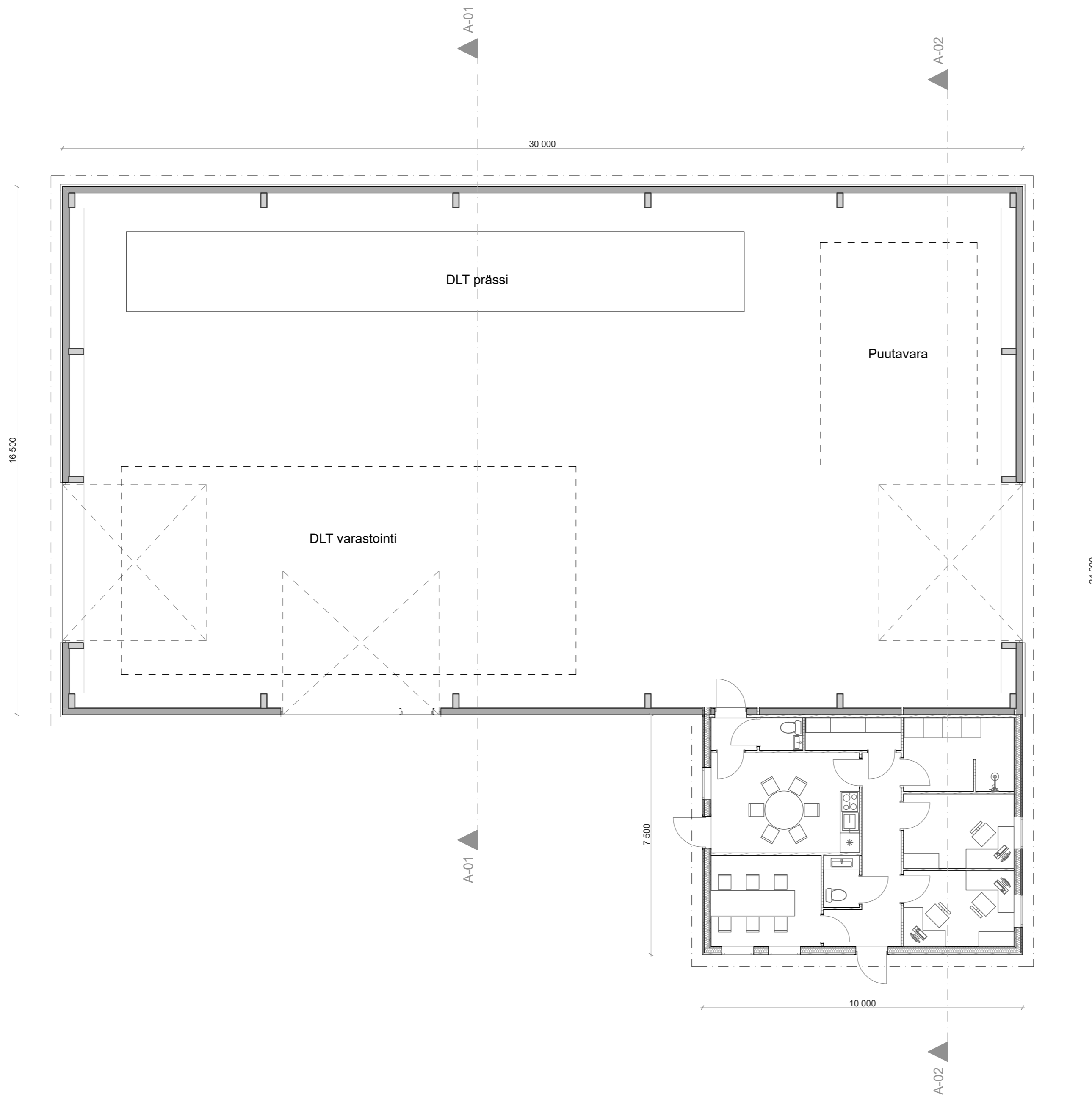
100 mm	Pintakäsittely
200 mm	Teräsbetoni
>300 mm	Eristys
	Tasaushiekka
	Suodatinkangas

	Työ.nr		7.
	Pvm	Nimi	
Projekti	Sisältö		
Tuotanhalli+sos.tila	US halli-sos.tila		



13 mm	Sisäverhous
100 mm	Kantava runko
200 mm	Paroc Sandwich
450 mm	Liimapuu

Paloluokka: P3
Paloturvallisuusluokka EI30

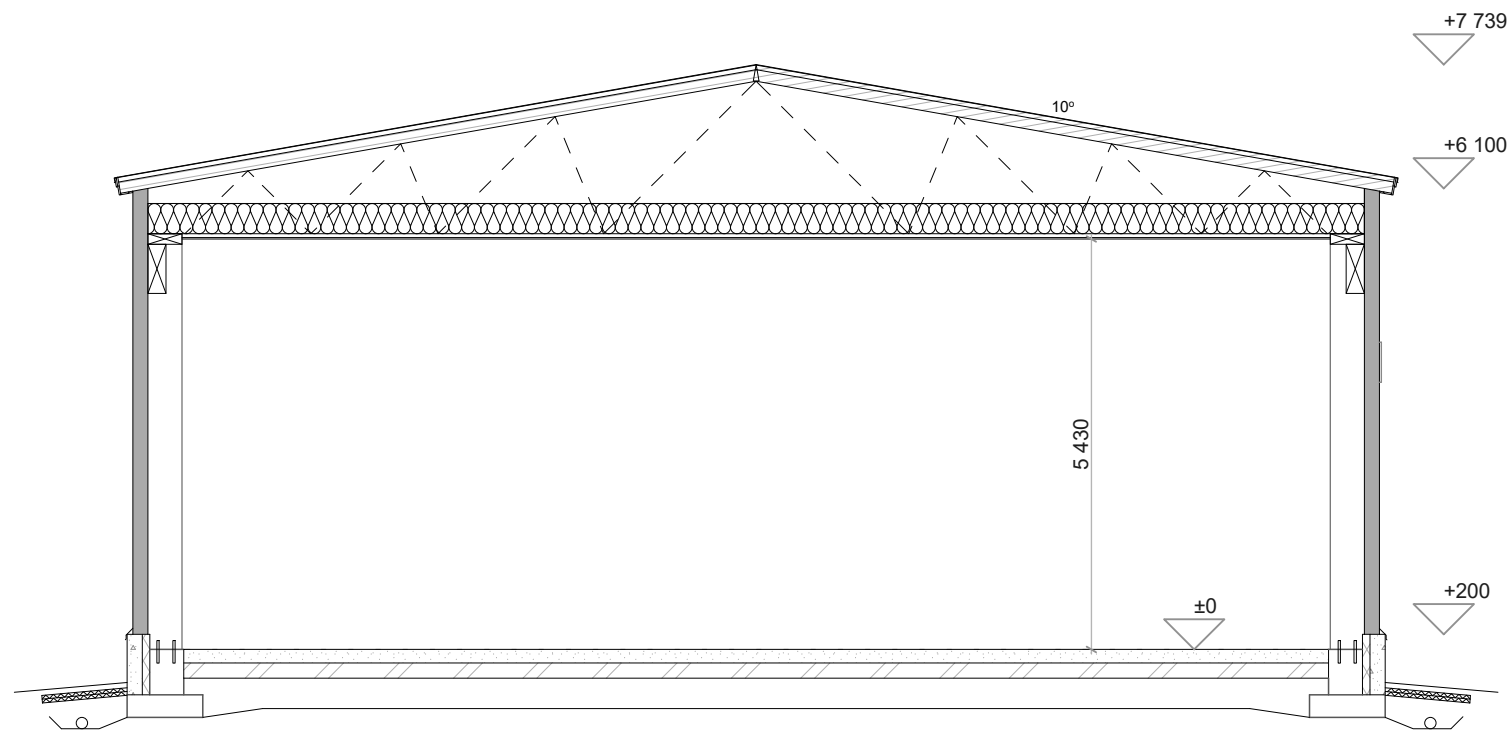


1:100

Kerros

0.

Kaup.osa	Kortteli 0	Tontti.nr 0	Rakennustuvan nr.
Toimenpide Uudisrakennus			Piirrustuksen tyyppi Pääpiirrustus
Rakennusprojektin nimi ja osoite Tuotantohalli ja sos.tila			Piirrustuksen nimi Pohjapiirrustus
Osoite:			Skaala 1:100
			Osa alue Tyyli nr. Piirrustuksen nr. Muutos
			ARK
Päivämäärä 05.04.2021			
Piirtäjä Tony Kankaanpää			
Suunnittelija			

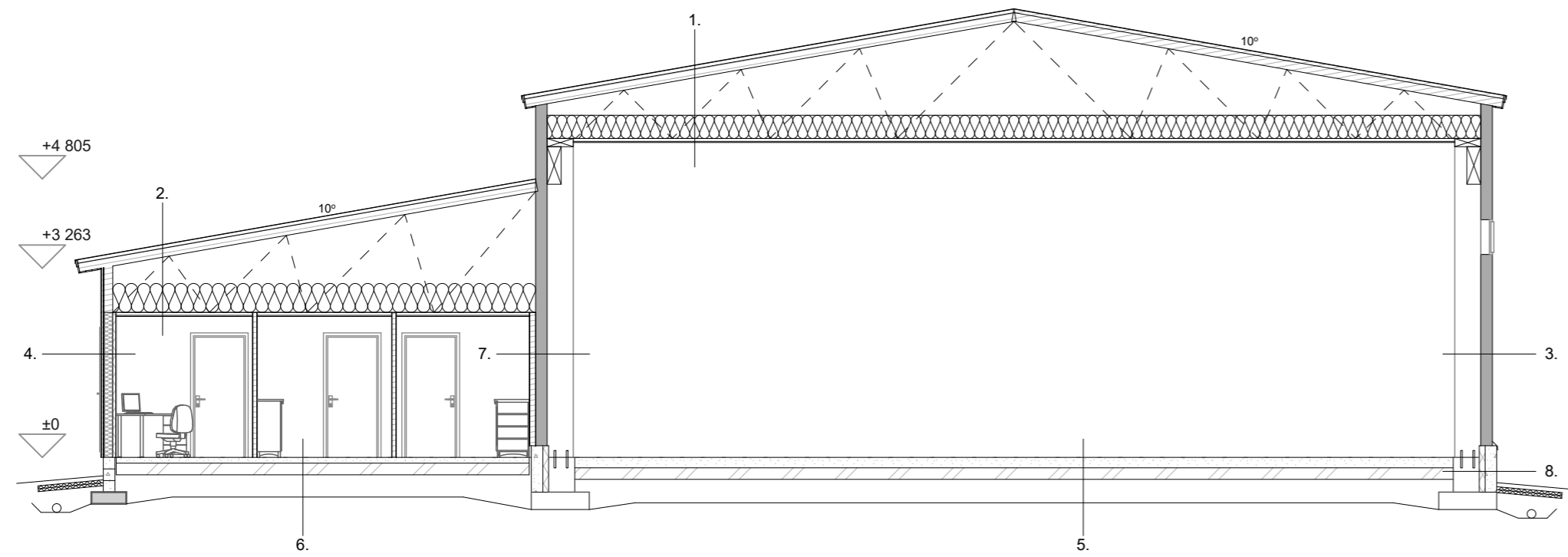


A-01

Leikkaus

1:100

Kaup.osa	Kortteli 0	Tontti.nr 0	Rakennusluvan nr.	
Toimenpide Uudisrakennus			Piirrustuksen tyyppi Pääpiirustus	
Rakennusprojektin nimi ja osoite Tuotantohalli ja sos.tila			Piirrustuksen nimi Leikkauspiirustus	Skaala 1:100
Osoite:				
		Päivämäärä 05.04.2021	Osa alue Tyyli nr. Piirrustuksen nr. Muutos	
		Piirtäjä Tony Kankaanpää	ARK	
		Suunnittelija		



A-02

Leikkaus

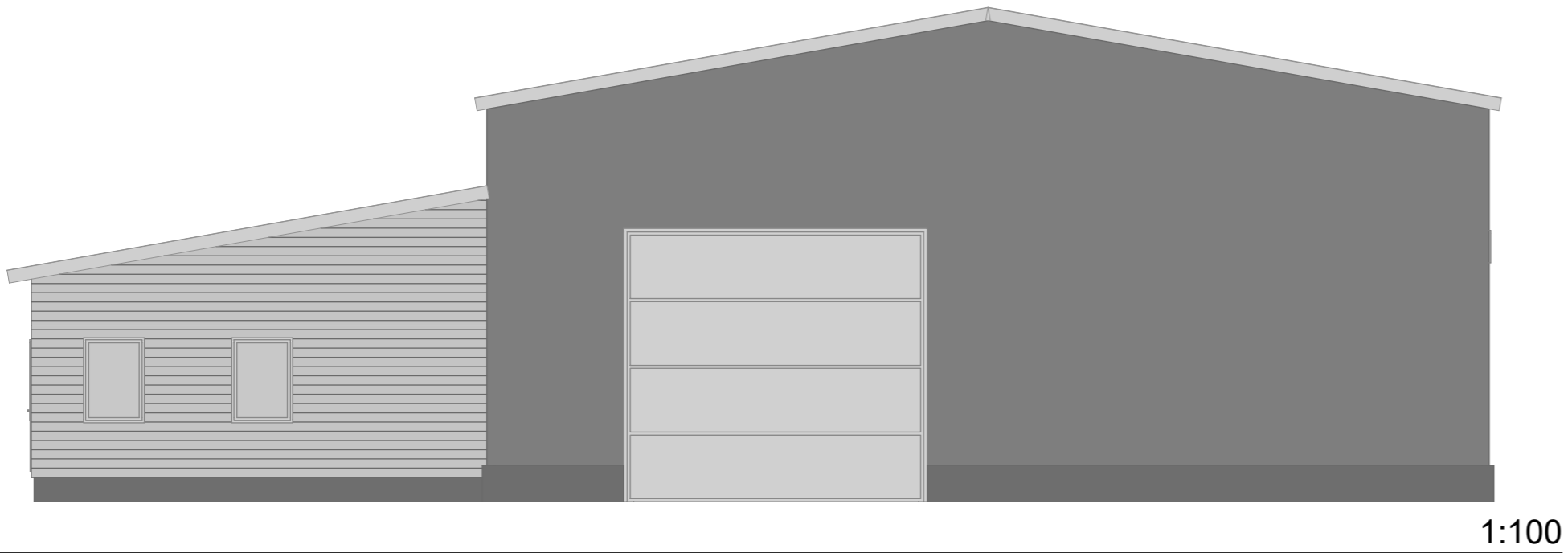
1:100

1.	2.	3.	4.
-Pelti -Ruode 25x100 k150 -Rima 32x50 -Aluskate -Kattoristikko, eriste 400mm -Höyrynsulku -Koolaus 48x48 k400 -Sisäverhous	-Pelti -Ruode 25x100 k200 -Rima 32x50 -Aluskate -Kattoristikko, eriste 500mm -Höyrynsulku -Koolaus 48x48 k400 -Sisäverhous	-Sandwich 200mm -Kantava liimapuu pilari kehikko	-Ulkoerhous puupaneeli vaaka -Koolaus 48x48 k600 -Tuulensuojalevy 13mm -Runko 150mm + lämmöneriste -Ilman- ja höyrynsulku -Koolaus 48x48 + lämmöneriste -Sisäverhous
5.	6.	7.	4.
-Teräsbetoni laatta 180mm -Lämmöneriste 200mm -Täytetty murske -Suodatinkangas	-Teräsbetoni laatta 80mm -Lämmöneriste 200mm -Tasaushiekka -Suodatinkangas	-Sisäverhous -Ilman- ja höyrynsulku -Kantava runko 48x98 -Sandwich 200mm -Kantava liimapuu pilari kehikko	-Holkkiperustus -Teräsbetoni laatta 200x800 eristetty sisäpuolta 50mm

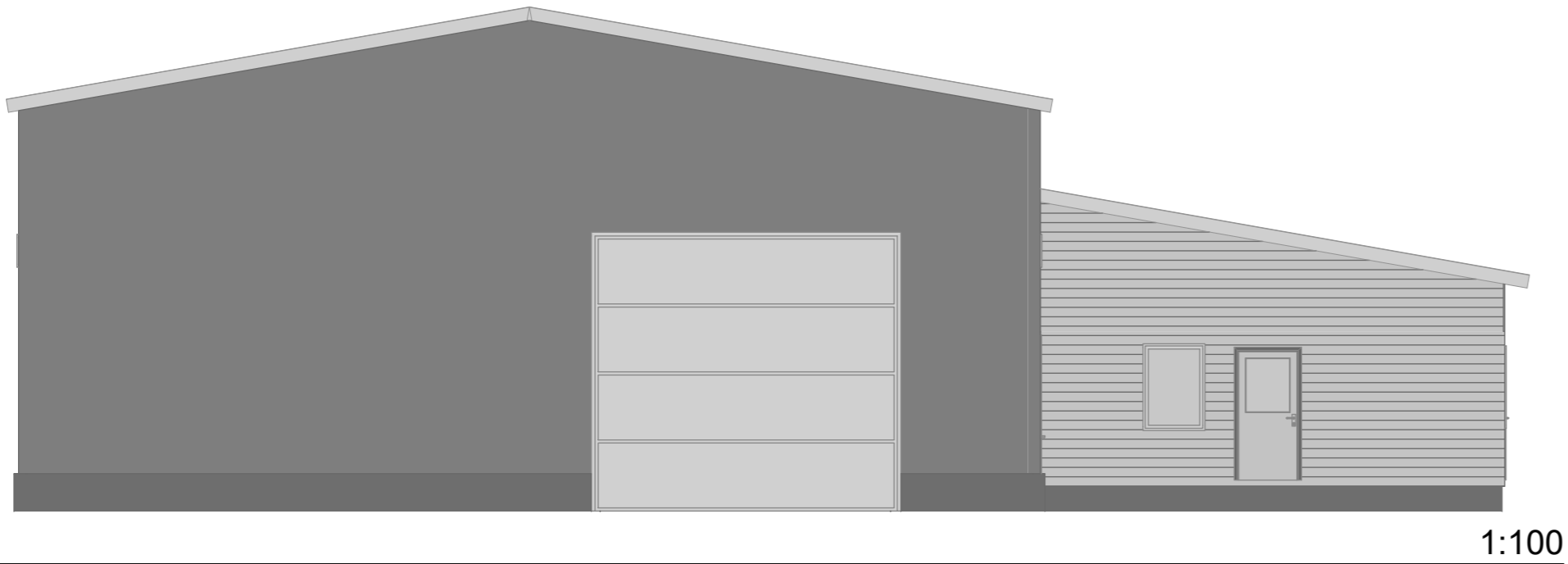
Kaup.osa	Kortteli	Tontti.nr	Rakennustuvan nr.
	0	0	
Toimenpide	Piirustuksen tyyppi		
Uudisrakennus	Pääpiirustus		
Rakennusprojektin nimi ja osoite	Piirustuksen nimi	Skaala	
Tuotantohalli ja sos.tila	Leikkauspiirustus	1:100	
Osoite:			
	Päivämäärä	Osa alue	Tyyli nr. Piirustuksen nr. Muutos
	05.04.2021	ARK	
	Piirtäjä		
	Tony Kankaanpää		
	Suunnittelija		



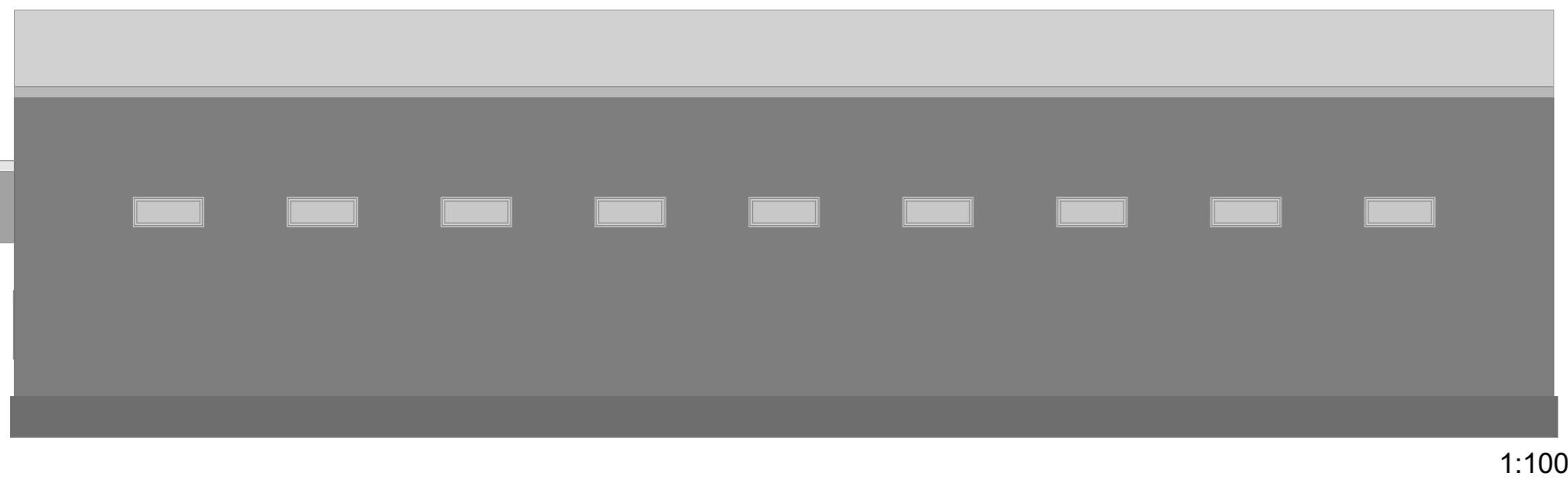
1:100



1:100

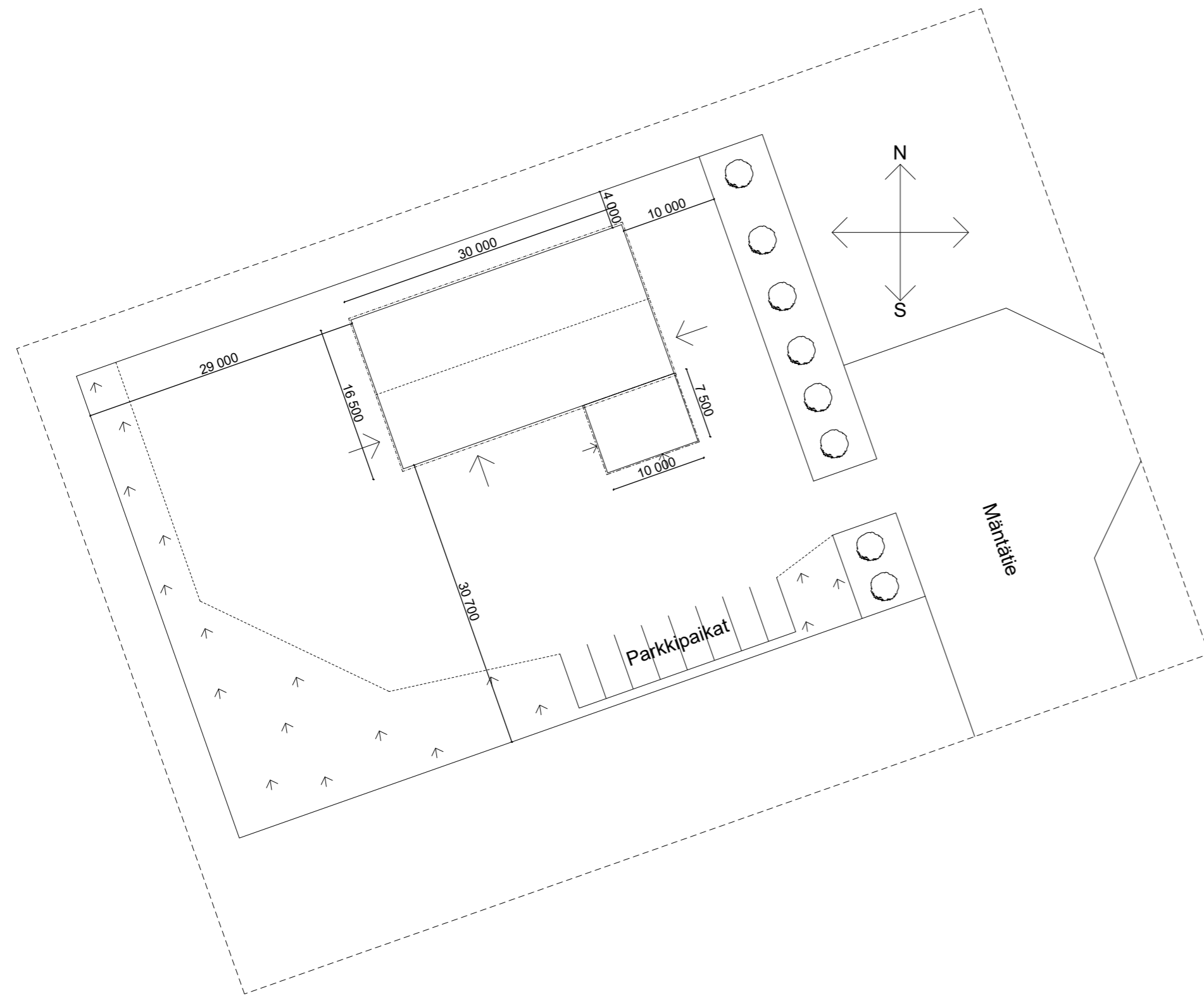


1:100



1:100

Kaup.osa	Kortteli 0	Tontti.nr 0	Rakennustuvan nr.
Toimenpide Uudisrakennus			Piirrustuksen tyyppi Pääpiirrustus
Rakennusprojektin nimi ja osoite Tuotantohalli ja sos.tila			Piirrustuksen nimi Julkisivut
Osoite:			Skaala 1:100
Päivämäärä 05.04.2021 Piirtäjä Tony Kankaanpää Suunnittelija			Osa alue Tyyli nr. Piirrustuksen nr. Muutos ARK

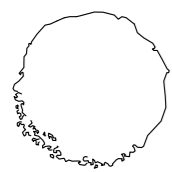


0.

Kerros

1:500

Tontti 3893 m²
 Rak.oik 1947 m²
 Rak.oik jäljellä 1377 m²



Puu/pensas



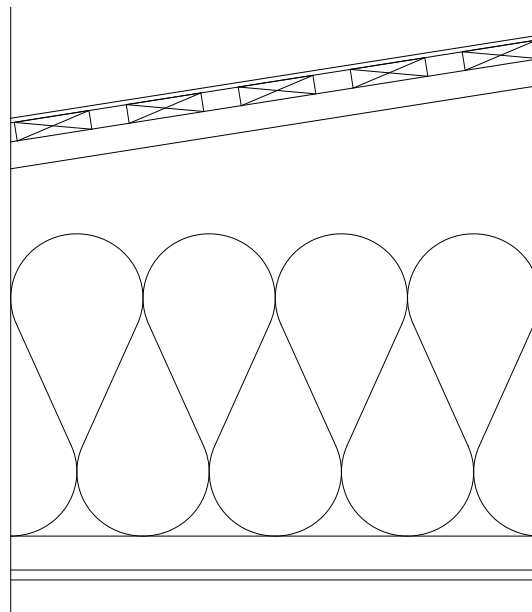
Nurmikko



Istutettavan alueen raja

Kaup.osa	Kortteli	Tontti.nr	Rakennusluvan nr.
	0	0	
Toimenpide Uudisrakennus			Piirrustuksen tyyppi Pääpiirrustus
Rakennusprojektin nimi ja osoite Tuotantohalli ja sos.tila			Piirrustuksen nimi Asemakuva
Osoite:			Skaala 1:500
Päivämäärä 05.04.2021 Piirtäjä Tony Kankaanpää Suunnittelija			Osa alue Tyyli nr. Piirrustuksen nr. Muutos ARK

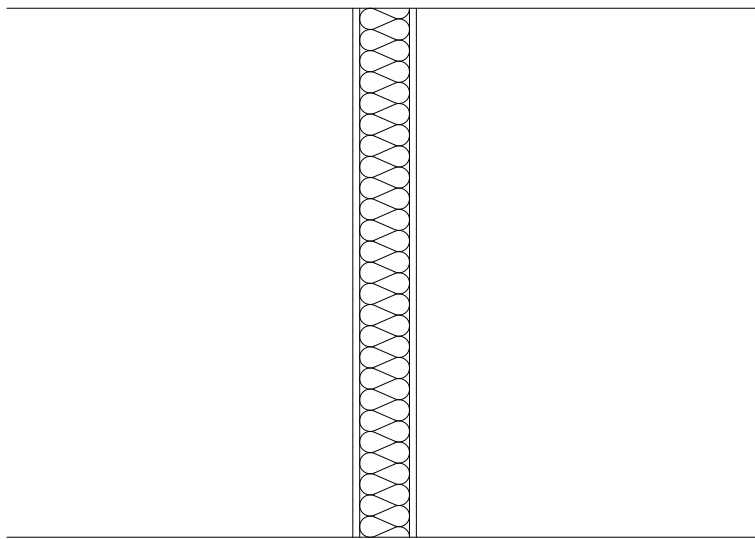
	Työ.nr		1.
	Pvm	Nimi	
Projekti Tuotanhalli+sos.tila	Sisältö Yläpohja		



6 mm	Pelti
25 mm	Ruode
32 mm	Rima
	Aluskate
400 mm	Runko+eriste
48 mm	Koolaus
13 mm	Sisäverhous

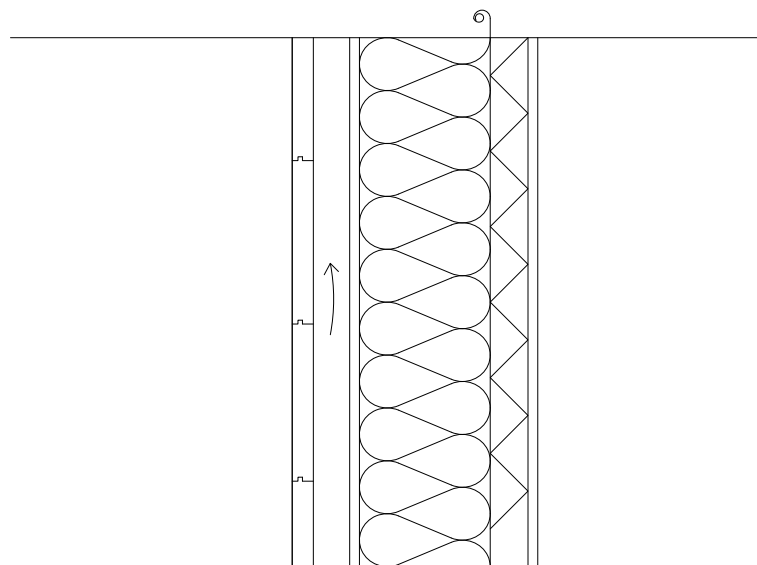
Paloluokka: P3

	Työ.nr		2.
	Pvm	Nimi	
Projekti Tuotanhalli+sos.tila	Sisältö VS 2		



9 mm	Gyproc
66 mm	Runko + äänieriste
9 mm	Gyproc

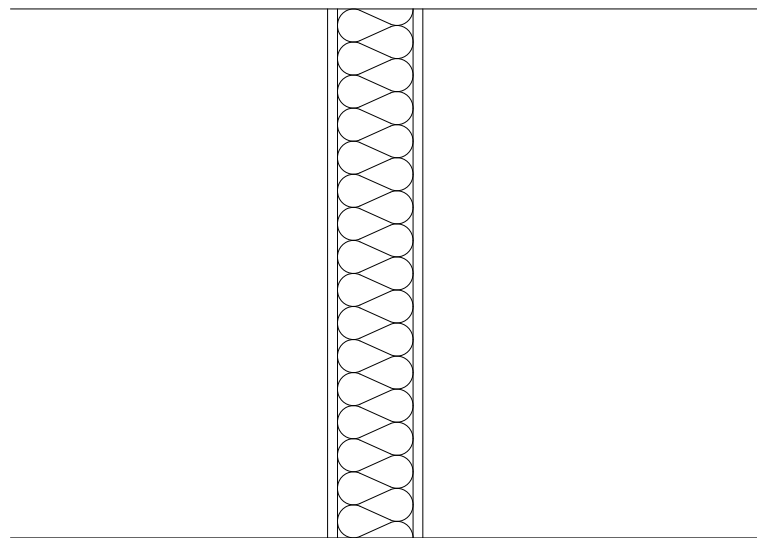
	Työ.nr		3.
	Pvm	Nimi	
Projekti	Sisältö		
Tuotanhalli+sos.tila	US halli		



28 mm	Ulkoverhous vaakapaneeli
45 mm	Koolaus
13 mm	Tuulensuojalevy
173 mm	Runko + lämmöneriste
50 mm	Lämmöneriste
	Ilman- höyrynsulku
13 mm	Gyproc

Paloluokka: P3
 Paloturvallisuusluokka EI30

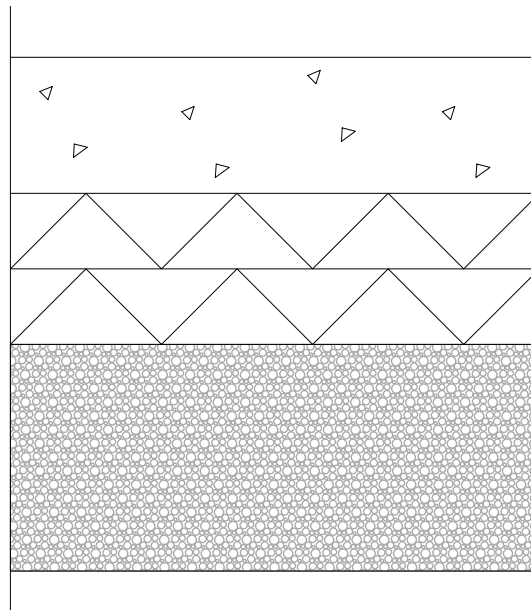
	Työ.nr		4.
	Pvm	Nimi	
Projekti Tuotanhalli+sos.tila	Sisältö VS 1		



13 mm	Gyproc
98 mm	Runko + äänieriste
13 mm	Gyproc

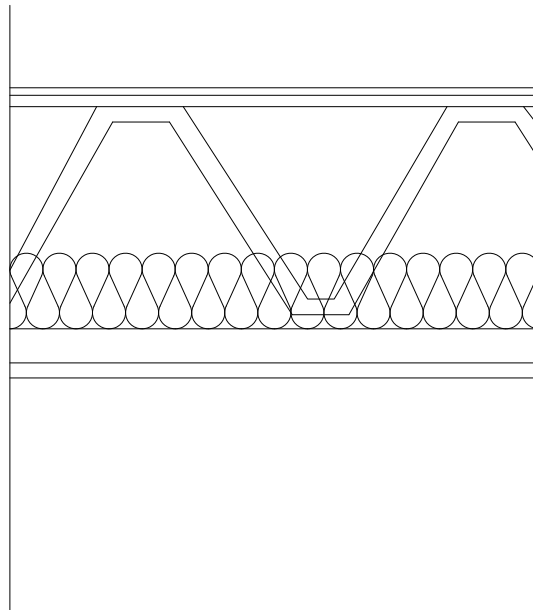
Paloluokka: P3
Paloturvallisuusluokka EI30

	Työ.nr		5.
	Pvm	Nimi	
Projekti	Sisältö		
Tuotanhalli+sos.tila	Alapohja		

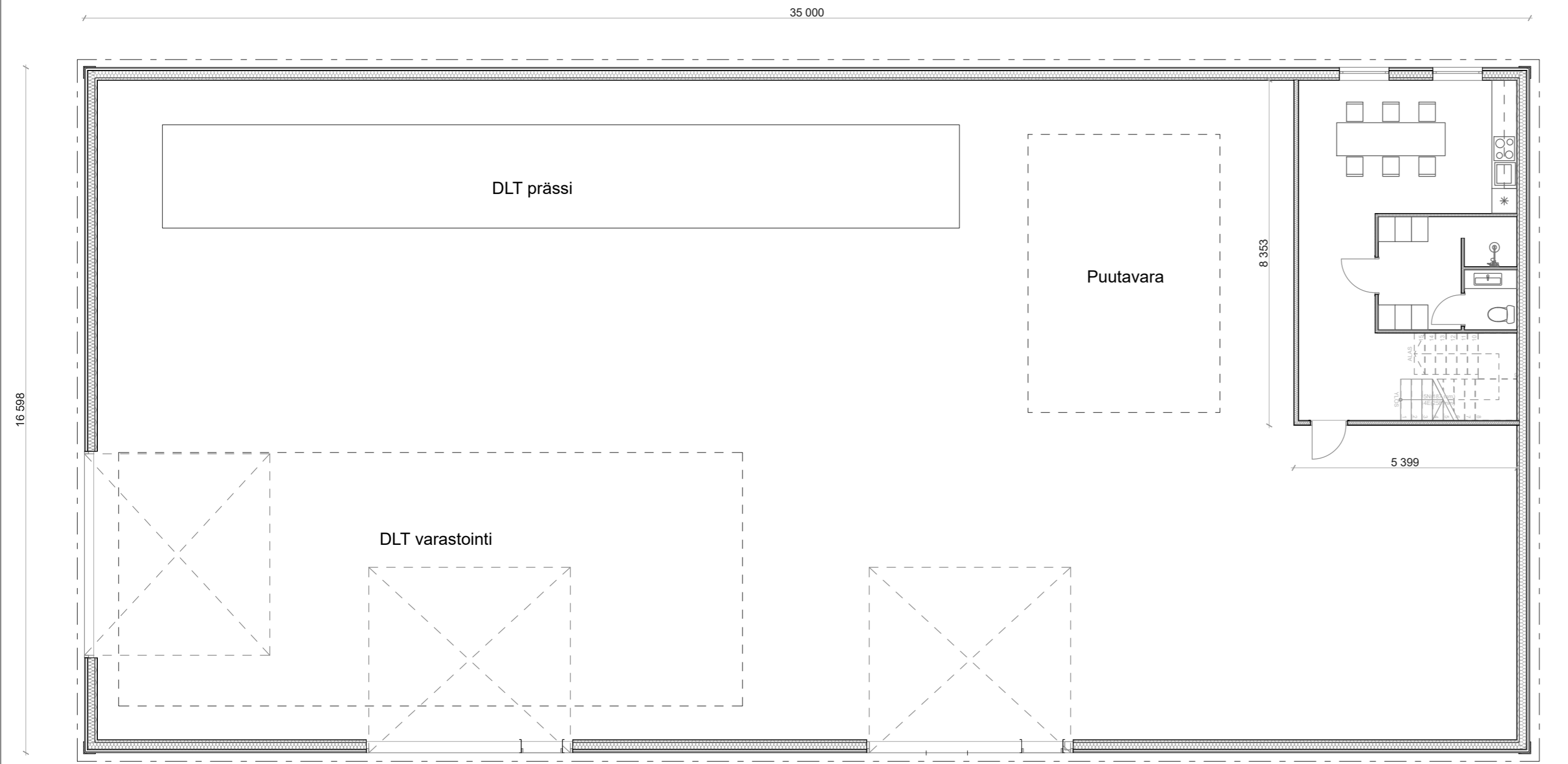


180 mm	Pintakäsittely
200 mm	Teräsbetoni
>300 mm	Eristys
	Murskepeti
	Suodatinkangas

	Työ.nr		6.
	Pvm	Nimi	
Projekti Tuotanhalli+sos.tila	Sisältö Alapohja		



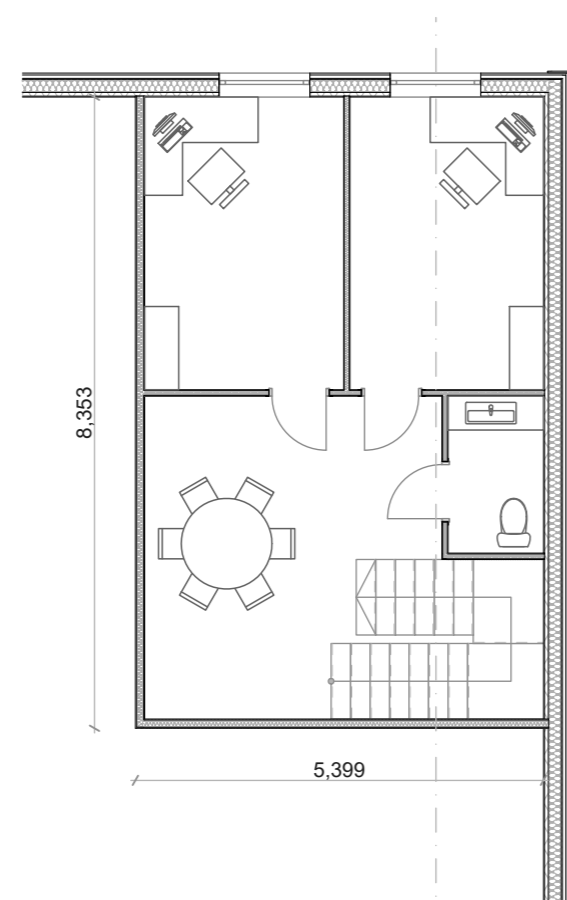
10	mm	Lattia
15	mm	Osb
294	mm	Posi-palkisto + äänieriste
45	mm	Koolaus
10	mm	Sisäverhous



1:100

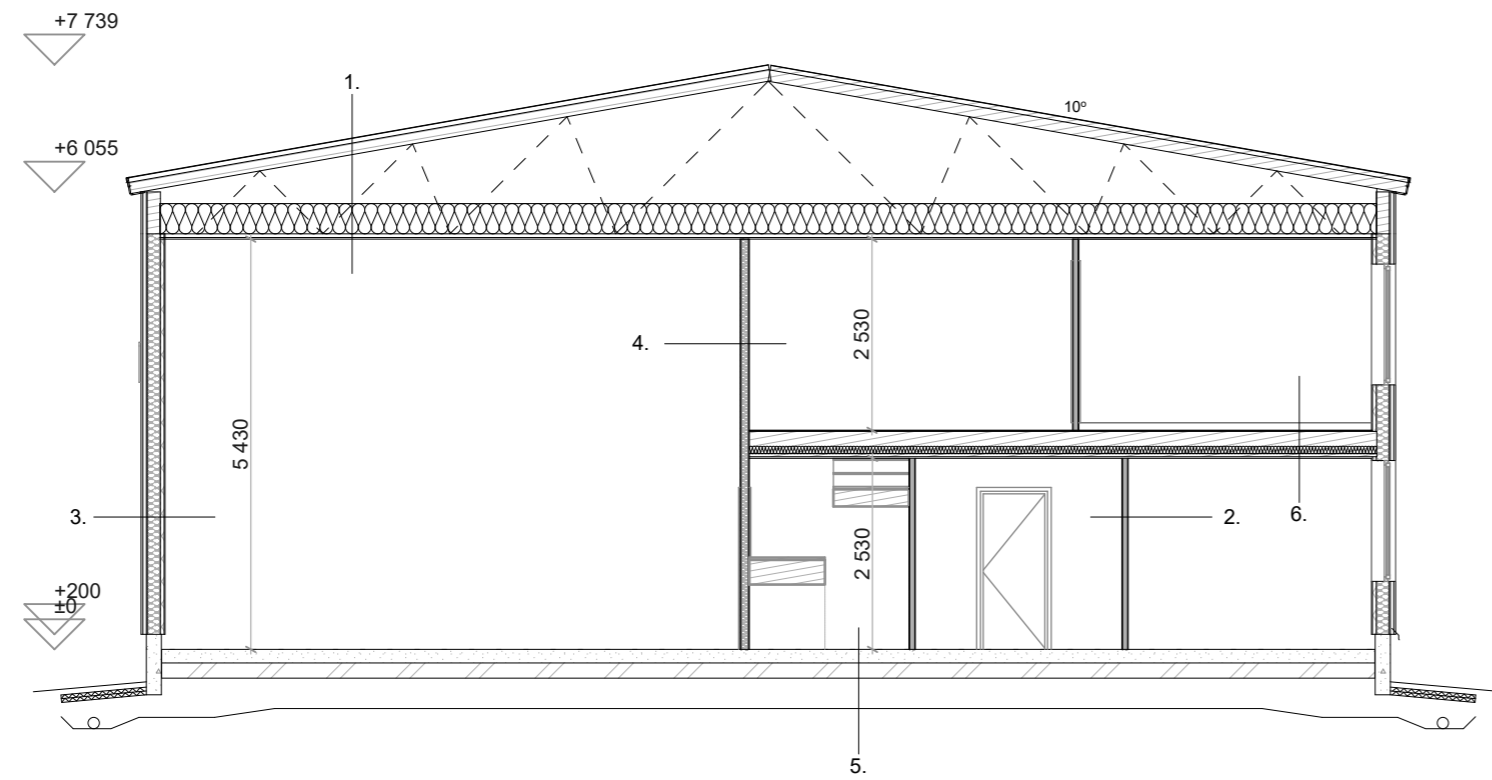
Kerros

0.



1. Kerros 1:100

Kaup.osa	Kortteli 0	Tontti.nr 0	Rakennustuvan nr.
Toimenpide Uudisrakennus	Rakennustuksen tyyppi Pääpiirustus		
Rakennusprojektin nimi ja osoite Tuotantohalli ja sos.tila	Piirustuksen nimi Pohjapiirustus		Skaala 1:100
Osoite:			
	Päivämäärä 05.04.2021	Osa alue Tyyli nr. Piirustuksen nr. Muutos	
	Piirtäjä Tony Kankaanpää	ARK	
	Suunnittelija		



A-02

Leikkaus

1:100

1.

-Pelti
-Ruode 25x100 k150
-Rima 32x50
-Aluskate
-Kattoristikko, eriste 400mm
-Höyrynsulku
-Koolaus 48x48
-Sisäverhous

2.

-Gyproc 9mm
-Runko 66mm + eriste
-Gyproc 9mm

3.

-Ulkooverhouspaneeli 28x145
-Koolaus
-Tuulensuojalevy
-Runko 173mm + eriste
-Eriste 50mm + 48x48 k600
-Gyproc 13 tai osb

4.

-Gyproc 13mm
-Runko 98mm + eriste
-Gyproc 13mm

5.

-Teräsbetoni-laatta 180mm
-Lämmöneriste 200mm
-Täytetty murske
-Suodatinkangas

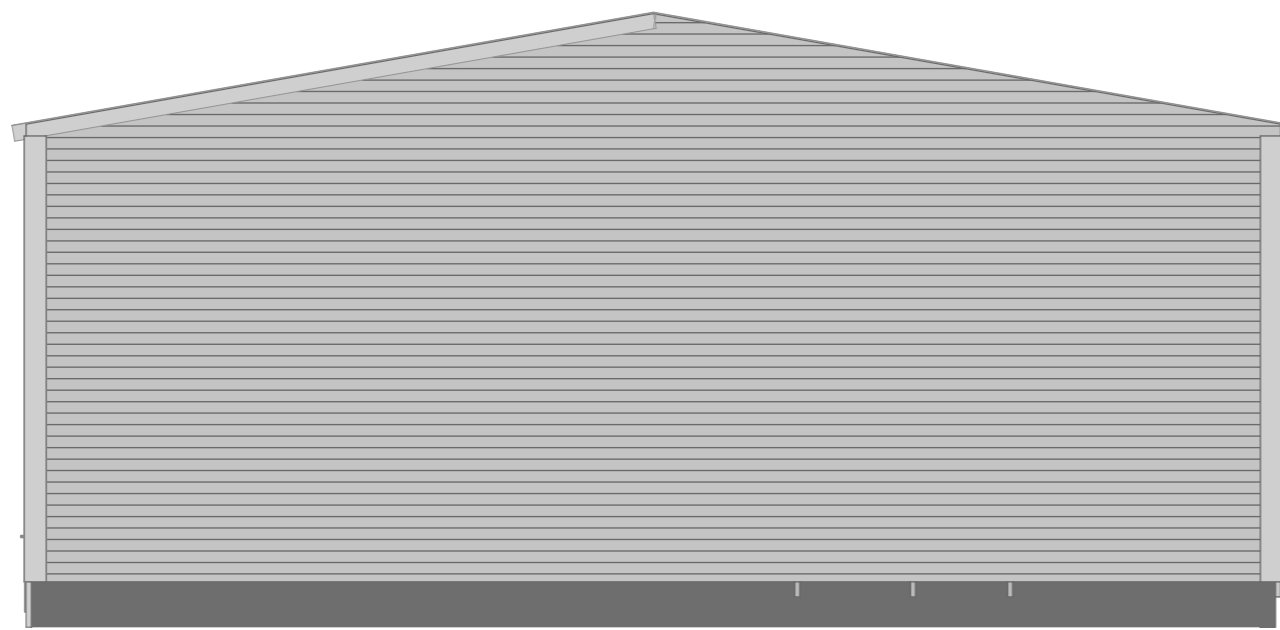
6.

-Lattia
-Os b levy 15mm
-Posi-palkisto 294mm + eriste
-Paperi
-Koolaus 48x48
-Gyproc 13mm

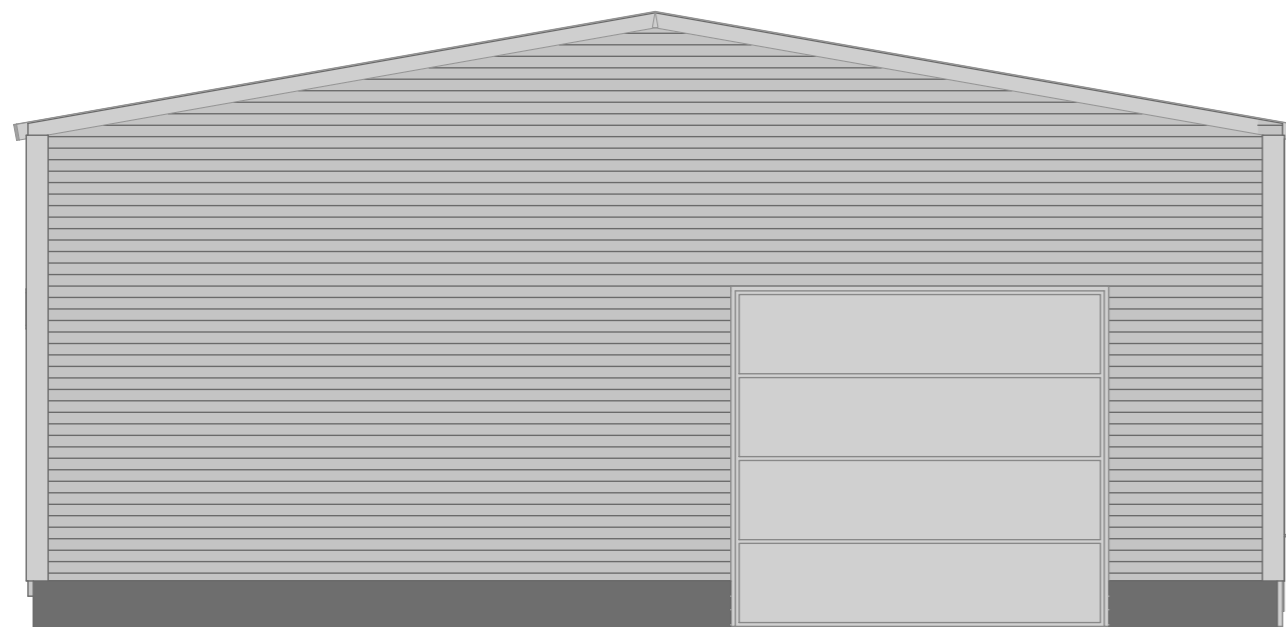
Kaup.osa	Kortteli	Tontti.nr	Rakennusluvan nr.
	0	0	
Toimenpide Uudisrakennus			Piirrustuksen tyyppi Pääpiirrustus
Rakennusprojektin nimi ja osoite Tuotantohalli ja sos.tila			Piirrustuksen nimi Leikkauspiirrustus
Osoite:			Skaala 1:100
Päivämäärä 05.04.2021			Osa alue Tyyli nr. Piirrustuksen nr. Muutos ARK
Piirtäjä Tony Kankaanpää			
Suunnittelija			



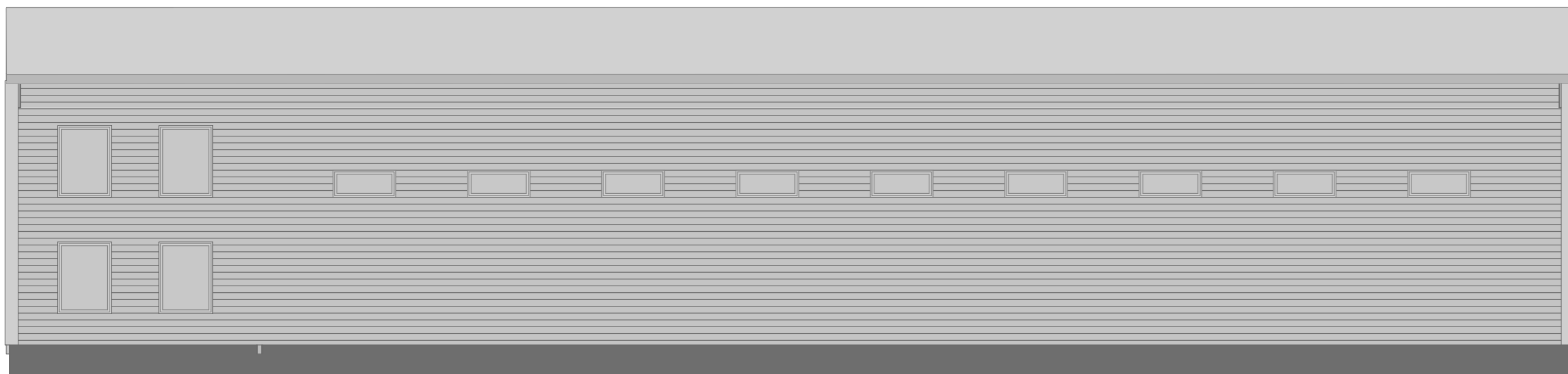
1:100



1:100

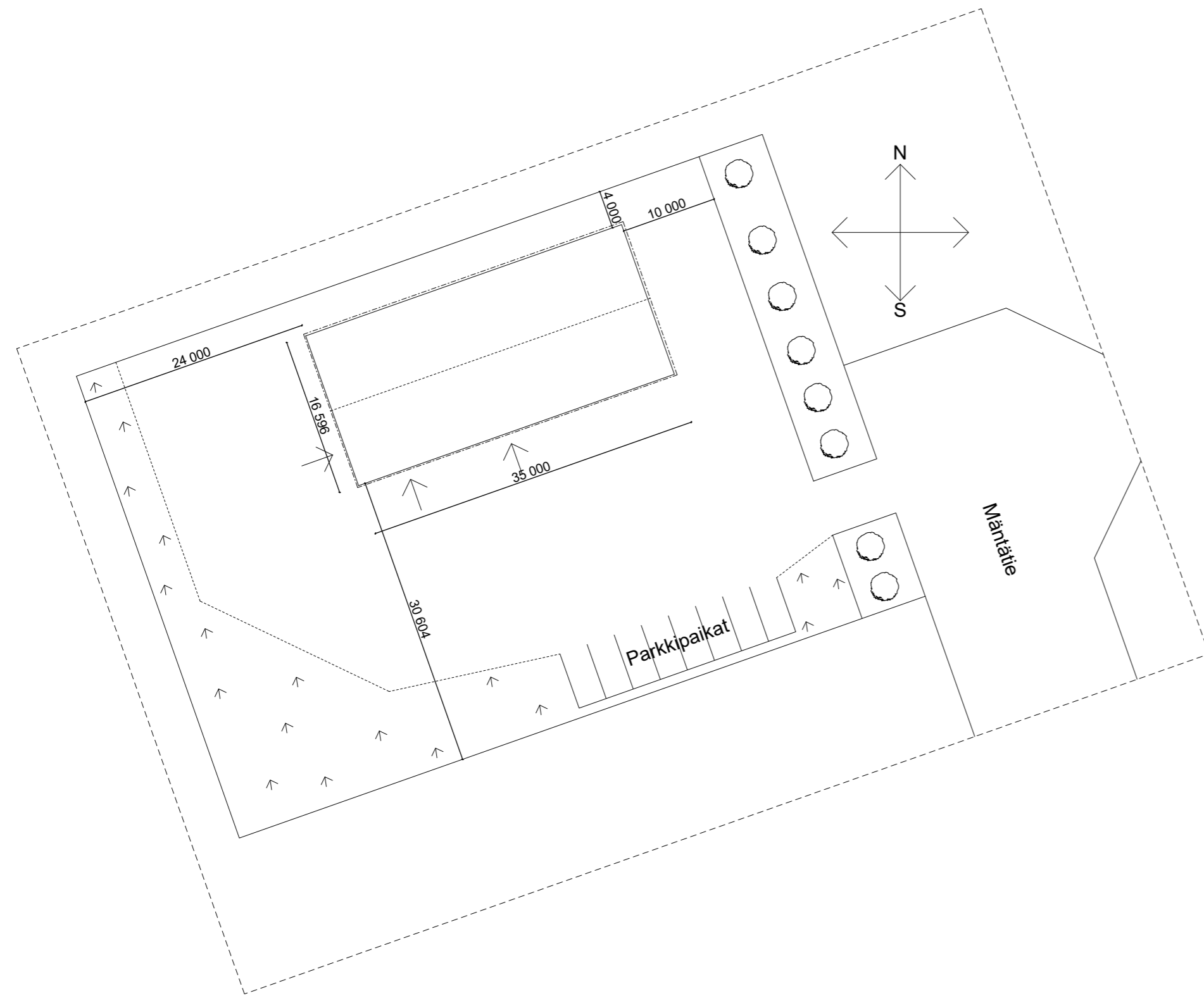


1:100



1:100

Kaup.osa	Kortteli	Tontti.nr	Rakennustuvan nr.
	0	0	
Toimenpide Uudisrakennus			Piirrustuksen tyyppi Pääpiirrustus
Rakennusprojektin nimi ja osoite Tuotantohalli ja sos.tila			Piirrustuksen nimi Julkisivut
Osoite:			Skaala 1:100
Päivämäärä 05.04.2021			Osa alue Tyyli nr. Piirrustuksen nr. Muutos ARK
Piirtäjä			
Tony Kankaanpää Suunnittelija			

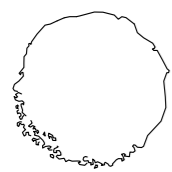


0.

Kerros

1:500

Tontti 3893 m²
 Rak.oik 1947 m² Rak.oik
 jäljellä 1367 m²



Puu/pensas



Nurmikko

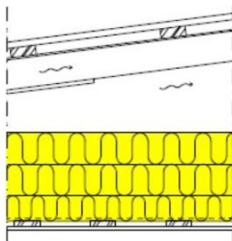


Istutettavan alueen raja

Kaup.osa	Kortteli	Tontti.nr	Rakennusluvan nr.
	0	0	
Toimenpide Uudisrakennus			Piirrustuksen tyyppi Pääpiirrustus
Rakennusprojektin nimi ja osoite Tuotantohalli ja sos.tila			Piirrustuksen nimi Asemakuva
Osoite:			Skaala 1:500
Päivämäärä 05.04.2021			Osa alue Tyyli nr. Piirrustuksen nr. Muutos ARK
Piirtäjä Tony Kankaanpää			
Suunnittelija			

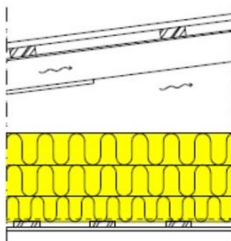
- ISOVER InsulSafe Puhallusvilla 350 mm
- ISOVER PREMIUM 33 100 mm
- Ristikon alapaarre 42 mm k900
- Gyproc GEK 13

Uc: 0.086 W/(m²K)



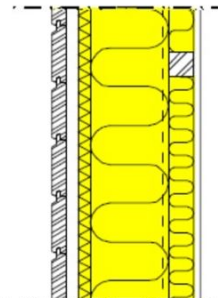
- ISOVER InsulSafe Puhallusvilla 450 mm
- ISOVER PREMIUM 33 100 mm
- Ristikon alapaarre 42 mm k900
- Gyproc GEK 13

Uc: 0.071 W/(m²K)



- Gyproc GTS 9
- ISOVER EXTREME 31
- Sahatavara 48x148 k600
- ISOVER EXTREME 31
- Sahatavara 44x44 k600
- Gyproc GEK 13

Uc: 0.187 W/(m²K)



Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
X	X	1 / 2
	Päiväys	
	X	X
Rakennuskohde	Sisältö	
X	U-arvon määrittäminen (EN ISO 13370)	

RAKENTEEN TIEDOT

Info

Perusmaan tyyppi	Hiekka tai sora	▼
Alapohjan tyyppi	Maanpäällinen alapohja	▼
Reunan lisäeristy	Pystyeriste	▼
Kellarin seinätyyppi	Ei kellaria	▼

REUNAN PYSTYERISTEEN TIEDOT

Lämmönjohtavuus [λ]	0,037 W/mK
Paksuus [d]	100 mm
Korkeus [D]	400 mm

Alapohjan pinta-ala [A]	500,0 m ²
Alapohjan ympärysmitta [P]	96,0 m
Perusmuurin paksuus [w]	200 mm

RAKENNEKERROKSET

Sisäpinta

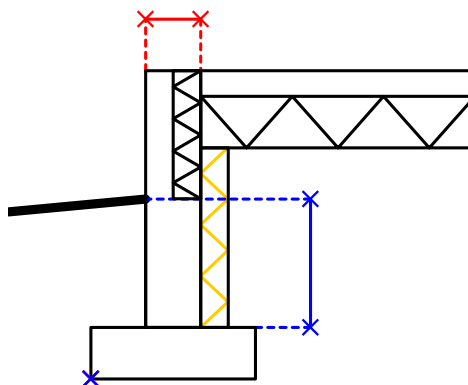
1	Betonilaatta	▼
	Kerroksen paksuus [d]	180,0 mm
	Lämmönjohtavuus [λ]	2,500 W/mK
2	Polystyreeni (EPS)	▼
	Kerroksen paksuus [d]	200,0 mm
	Lämmönjohtavuus [λ]	0,037 W/mK
3	Ei rakennekerrosta	▼
4	Ei rakennekerrosta	▼
5	Ei rakennekerrosta	▼
6	Ei rakennekerrosta	▼

Ulkopinta

LAATAN REUNAN RAKENNE

Mittaviivojen selitykset

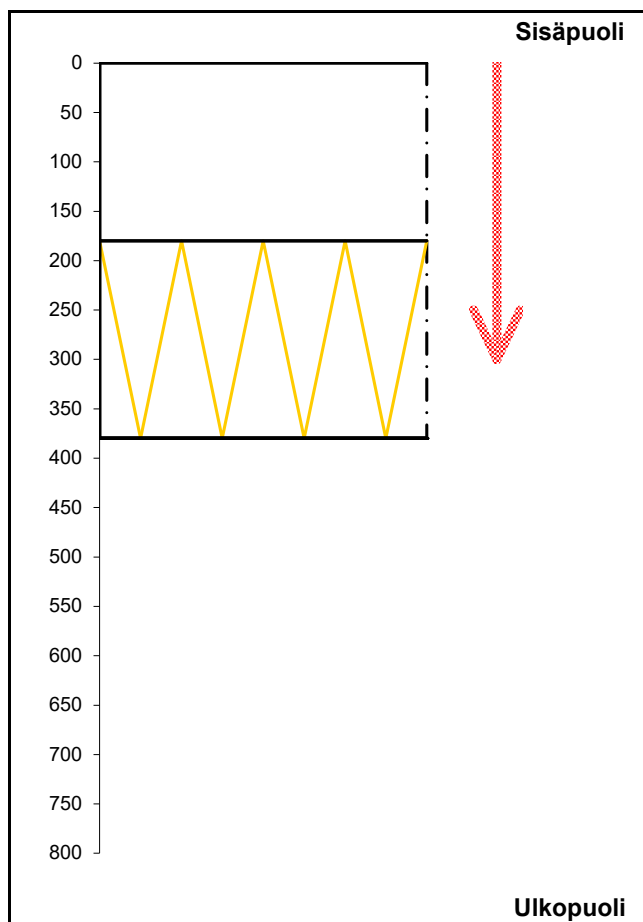
- $x \rightarrow x$ = perusmuurin paksuus [w]
 $x \leftarrow x$ = pystyeristeen korkeus [D]



Suunnittelutoimisto	Työn nro		Sivu
X	X		
Rakennuskohde	Päiväys	Tekijä	2 / 2
X	X	X	
	Sisältö		
	U-arvon määrittäminen (EN ISO 13370)		

ALAPOHJA

	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
Sisäpinta			0,17
1 Betonilaatta	180	2,500	0,07
2 Polystyreeni (EPS)	200	0,037	5,41
Ulkopinta			0,04

**SUhteellinen LATTIAMITTA**

A	500,0	m ²
P	96,0	m
B'	10,417	m

LATTIAN EKVIVALENTTI PAKSUUS

w	0,200	m
d _t	11,575	m
$\lambda_{\text{perusmaa}}$	2,000	W/mK
R _{si}	0,170	m ² K/W
R _{se}	0,040	m ² K/W
R _f	5,477	m ² K/W
R _g	2,380	m ² K/W

SEINÄN EKVIVALENTTI PAKSUUS

z	-	m
d _w	-	m
R _w	-	m ² K/W

U-ARVO

$\Psi_{g,e}$	-0,01	
U ₀	0,12	W/m ² K
U _{bf}	-	W/m ² K
U _{bw}	-	W/m ² K

ALAPOHJAN U-ARVO

$$U_c = 0,1199 \text{ W/m}^2\text{K}$$

VIRHEILMOITUKSET

•
•

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT (2018 säädöksen mukaisesti)				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Muut rakennukset, jotka eivät sisälly aiemmin tässä liitteessä lueteltuihin käyttötarkoitusluokkiin (käyttötarkoitusluokka)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	Lämmitetty nettoala	450	m ²	
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	2	m ³ /(h m ²)		
	A m ²	U W/(m ² K)	UxA W/K	Osuus lämpöhäviöstä %
Ulkoseinät	600.00	0.22	132.00	46.27
Yläpohja	500.00	0.09	45.00	15.77
Alapohja	500.00	0.12	60.00	21.03
Ikkunat	25.00	1.00	25.00	8.76
Ulko-ovet	6.40	1.00	6.40	2.24
Kylmäsiillat	-	-	16.88	5.92
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A m ²	U W/(m ² K)	g_{kohtisuora}-arvo	
Pohjoinen	-	-	-	
Itä	10.00	1.00	0.56	
Etelä	-	-	-	
Länsi	15.00	1.00	0.56	
Koillinen	-	-	-	
Kaakko	-	-	-	
Lounas	-	-	-	
Luode	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	?			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto
Pääilmanvaihtokoneet	0.000 / 0.000	1.5	-	C
Erillispoistot			> 45	5.00
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.000 / 0.000	1.5	-	
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:		45 %		
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	? / ?			
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin (1)	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m ² vuosi)
	-	-		
Tilojen ja iv:n lämmitys	0.97	80 %		2.57
LKV:n valmistus	0.97	85 %		0.00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija				
Ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	600.00	35		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	-	2.00	3.00	
Valaistus	60 % 10 %			8.00

Kohde: , halli, (PRT=)

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET (2018 säädöksen mukaisesti)

Rakennuskohde

Rakennuksen käyttötarkoitukseluokka Muut rakennukset, jotka eivät sisälly aiemmin tässä liitteessä lueteltuihin käyttötarkoitukseluokkiin (käyttötarkoi

Rakennuksen valmistumisvuosi 450
 Lämmitetty nettoala, m² 74 (< vaatimustaso=999)
E-luku, kWhE/(m²vuosi)

E-luvun erittely

Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
			kWhE/vuosi	kWhE/(m ² vuosi)
Sähkö	11408	1.20	13689	30.4
Kaukolämpö	39006	0.50	19503	43.3
YHTEENSÄ	50414		33192	73.8

Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiakulutus

	Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä			
Tilojen lämmitys (1)	2.6	40.0	
Tuloilman lämmitys		44.1	
Lämpimän käyttöveden valmistus			
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus			
Jäähdytysjärjestelmä			
Kuluttajalaitteet ja valaistus	22.8		
YHTEENSÄ	25.4	84.1	0

(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Tilojen lämmitys (2)	14407	32
Ilmanvaihdon lämmitys (3)	0	0
Lämpimän käyttöveden valmistus	15750	35
Jäähdytys	0	0

(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa
 (3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat

	kWh/a	kWh/(m ² a)
Aurinko	5111	11.36
Ihmiset	4730	10.51
Kuluttajalaitteet	7096	15.77
Valaistus	3154	7.01
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä	650	1.44

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

Laskentatyökalun nimi ja versionumero | **www.laskentapalvelut.fi, versio 1.4 (01.12.2019)**

Laatija: Matti Meikäläinen, Yritys = ?,

Rakennuskohde Rakennuslupatunnus	halli, ,
Rakennustyyppi	Muut rakennukset, jotka eivät sisälly aiemmin tässä liitteessä lueteltuihin käyttötarkoituksiluokkiin (käyttötarkoitukseluokkiin)
Pääsuunnittelija	
Tasauslaskelman tekijä	
Päiväys	01.01.2011
Tulos: Suunnitteluratkaisu	TÄYTTÄÄ VAATIMUKSET

Rakennuksen laajuustiedot

Rakennustilavuus	3000	rak-m ³
Maanpäälliset kerrostasoalat yhteensä	500	m ²
Lämmitetty nettoala, lämpimät tilat	0	m ²
Lämmitetty nettoala, puoliämpimät tilat	450	m ²
Rakennusluokka (1-9)	9	
Rakennuksen kerrosmäärä	1	kerrosta

Laskentatuloksia

- Julkisivujen pinta-ala on 631 m²
- Ikkunapinta-ala on 5 % maanpäällisestä kerrostasoalasta
- Ikkunapinta-ala on 4 % julkisivujen pinta-alasta
- Lämpöhäviö on 0 % vertailutasosta (lämpimät tilat)
- Lämpöhäviö on 63 % vertailutasosta (puoliämpimät tilat)

Perustiedot	Pinta-alat, m ² [A]		U-arvot, W/(m ² K) [U]		Lämpöhäviöiden tasaus Ominaislämpöhäviö, W/K [Hjoht = A*U]	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
RAKENNUSOSAT						
<i>Lämpimät tilat</i>						
Ulkoseinä			0.17			
Massiivipuseinä 1)			0.40			
Yläpohja			0.09			
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)			0.09			
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva)			0.17			
Alapohja (maanvastainen)			0.16			
Muu maanvastainen rakennusosa			0.16			
Ikkunat			1.00			
Ulko-ovet ja tuuletusluukut 2)			1.00			
Kattoikkunat / -kuvut			1.00			
Lämpimät tilat yhteensä						
<i>Puoliämpimät tilat tai määräaikaiset rakennukset</i>						
Ulkoseinä	550.00	600.00	0.26		143.00	132.00
Massiivipuseinä 1)	0.00	0.00	0.60		0.00	0.00
Yläpohja	500.00	500.00	0.14		70.00	45.00
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)	0.00		0.14		0.00	0.00
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva)	0.00		0.26		0.00	0.00
Alapohja (maanvastainen)	500.00		0.24		120.00	60.00
Muu maanvastainen rakennusosa	0.00		0.24		0.00	0.00
Ikkunat	75.00	25.00	1.40		105.00	25.00
Ulko-ovet ja tuuletusluukut 2)	6.40		1.40		8.96	6.40
Kattoikkunat / -kuvut	0.00	0.00	1.40		0.00	0.00
Puoliämpimät tilat yhteensä	1,631.40	1,631.40			446.96	268.40
VAIPAN ILMAVUODOT						
<i>Vuotoilma</i>						
Lämpimät tilat	2.0					
Puoliämpimät tilat	2.0	2.00	0.0259	0.0259	31.07	31.07
ILMANVAIHTO						
<i>Hallittu ilmanvaihto</i>						
Lämpimät tilat			55			
Lämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta 3)			0			
Puoliämpimät tilat			55		0.00	0.00
Puoliämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta			0		0.00	0.00
Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus						
<i>Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä</i>						
Puoliämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä					478.03	299.47

Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistuslista

Pinta-alat

Vertailuikkunapinta-ala on 15 % yhteenlasketuista maanpäällisistä kerrostasoaloista, mutta kuitenkin enintään 50 % julkisivujen pinta-alasta

kyllä	ei
x	

Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala sama molemmissa ratkaisussa

- lämpimissä tiloissa

x	
x	

- Puolilämpimissä tiloissa

Rakennusvaipan ilmanpitävyys

Rakennusvaipan ilmanvuotoluvun q50 suunnittelu-arvo on enintään enimmäisarvon suuruinen

kyllä	ei	Enimmäisarvo	Suunnittelu-arvo
x		4.00	2.00
x		4.00	2.00

- lämpimissä tiloissa

- puolilämpimissä tiloissa

Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus

Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen

kyllä	ei	Vertailuarvo	Suunnittelu-arvo
x		0.00 W/K	0.00 W/K
x		478.03 W/K	299.47 W/K

- lämpimissä tiloissa

- puolilämpimissä tiloissa

Tarkistuslistan yhteenveto

Suunnitteluratkaisu täyttää lämpöhäviövaatimukset

kyllä	ei
x	

Lisätietoja

Rakennuksen ilmanpitävyys

Rakennuksen suunnitteluratkaisun lämpöhäviön laskennassa käytetään rakennusvaipan ilmanvuotoluvun q50 suunnittelu-arvoa.

Rakennuksen vaipan ilmanvuotoluku q50 saa olla enintään 4.0 m³/(h m²), mutta ilmanvuotoluku voi ylittää tämän arvon, jos rakennuksen käytön vaatimat rakenteelliset ratkaisut huonontavat merkittävästi ilmanpitävyyttä.

suunnittelu-arvona rakennusvaipan ilmanvuotoluvun vertailuarvoa.

Jos ilmanpitävyyttä ei tulla osoittamaan mittaamalla tai teollisen talonrakennuksen laadunvarmistusmenettelyllä, rakennusvaipan ilmanvuotolukuna tulee käyttää arvoa 4.0 m³/(h m²).

Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) hyötysuhde

Ilmanvaihtokoneen poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde määritetään käyttäen lämmöntalteenottolaitteen ominaisuuksia ja ilmanvaihtokoneen suunniteltuja ilmavirtoja sekä asetuksen liitteessä 1 säädetyn säävyöhykkeen 1 säätiötietoja. Kahden tai useamman ilmanvaihtokoneen poistoilman vuosihyötysuhde määritetään suunniteltujen ilmavirtojen ja käyntiaikojen painotettuna vuosihyötysuhteena. Rakennuksen suunnitteluratkaisun ilmanvaihdon lämpöhäviö lasketaan käyttäen näin määritettyä poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhdetta ja asetuksen 26 pykälän mukaisia ilmavirtojen arvoja ja käyntiaikoja.

Huomautus

Tässä lomakkeessa esitetyt lämpöhäviövaatimukset koskevat rakennuksia, joiden kerrosala on 50 m² tai enemmän.

- 1) Massiivipuuseinä, jonka keskimääräinen paksuus on vähintään 180 mm.
- 2) Ulko-oviin ja tuuletusluukkuihin sisältyvät myös savunpoisto-, uloskäynti- ja huoltoluukut sekä muut vastaavat luukut.
- 3) LTO-vaatimusta ei ole, jos poistoilman likaisuus estää lämmöntalteenoton toiminnan, tilan lämpötila lämmityskaudella on alle +10 celsiusastetta eikä poistoilmasta ole saatavissa lämpöä talteen kustannustehokkaasti tai jos ilmanvaihtojärjestelmän toiminta perustuu pääasiassa korkeus- ja lämpötilaerojen sekä tuulen aiheuttamiin paine-eroihin.

Kustannuslaskelma

Halli

Laskelmien kaikki kust. yht. ALV 0 %: **354 183,31 €**
Laskelmien kaikki kust. yht. sis. ALV: **439 187,31 €**

Laskelma Rakennuttaminen ja työmaatekniikka

TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0 %)	Materiaalit (ALV 0 %)	Työ (ALV 0 %)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0 %)
Yhteensä				96 694 €	0 €	9 918 €	211	106 612 €
31	Rakennuttaminen, ammattimaisesti rakennutetut kohteet (n. 0,5 milj euron kohde)	1,00	erä	50 000,00 €	0,00 €	797,35 €	19,32	50 797,35 €
3223	Rakennesuunnittelu, ammattimaisesti rakennetut kohteet	0,50	erä	5 000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00	5 000,00 €
3224	LVI-suunnittelu, ammattimaisesti rakennetut kohteet	0,50	erä	3 000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00	3 000,00 €
3225	Sähkösuunnittelu, ammattimaisesti rakennetut kohteet	0,50	erä	3 000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00	3 000,00 €
33	Työmaan johto, ammattimaisesti rakennutetut kohteet	0,10	erä	5 000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00	5 000,00 €
34	Työmaatekniikka	0,50	erä	6 467,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00	6 467,00 €
341	Jättekustannukset, puutavara (kuljetus ja kaatopaikkamaksut)	2,00	erä	220,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00	220,00 €
341	Jättekustannukset, sekajäte (kuljetus ja kaatopaikkamaksut)	4,00	erä	807,20 €	0,00 €	0,00 €	0,00	807,20 €
342	Materiaalien ja kaluston rahdit / kuorma	20,00	erä	1 200,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00	1 200,00 €
342	Henkilönostin, vuokra 1 pvä (sis. kaluston)	20,00	pv	4 000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00	4 000,00 €

342	Nostolaite, vuokra 1 pvä (sis. kaluston + kuljettajan)	20,00	pv	18 000,00 €	0,00 €	9 120,36 €	192,10	27 120,36 €
-----	--	-------	----	-------------	--------	------------	--------	-------------

Laskelma Maarakennustyöt

TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0 %)	Materiaalit (ALV 0 %)	Työ (ALV 0 %)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0 %)
Yhteensä				6 093 €	22 766 €	8 116 €	239	36 976 €
115	Aluerakenteet, yleinen ammattirakentaminen	0,00	m2	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00	0,00 €
111	Pohjarakenteet, kanaalilouhinta	0,00	m3	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00	0,00 €
111	Pohjarakenteet, rakennuksen sisä- ja ulkopuoliset täytöt, m3trr	650,00	m3	3 367,00 €	18 399,22 €	3 643,53 €	107,64	25 409,75 €
112	Paalutus, teräsbetonipaalu 350 x 350 mm	0,00	jm	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00	0,00 €
111	Pohjarakenteet, rakennuksen maankaivutyöt	650,00	m3	1 106,30 €	0,00 €	1 069,76 €	31,40	2 176,06 €
111	Pohjarakenteet, routasuojaus 100 mm, pihatie	0,00	m2	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00	0,00 €
111	Pohjarakenteet, routasuojaus 50 mm	400,00	m2	0,00 €	2 496,88 €	1 170,52 €	35,33	3 667,40 €
111	Pohjarakenteet, maa-aineksen kuljetus, m3ktr	450,00	m3	1 620,00 €	0,00 €	2 232,37 €	64,58	3 852,37 €
111	Pohjarakenteet, salaoja-asennus ja salaojakaivot	200,00	jm	0,00 €	1 870,00 €	0,00 €	0,00	1 870,00 €
111	Pohjarakenteet, louhintakatselmus ja tärinämittausta, pientalo	0,00	erä	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00	0,00 €
113	Asfaltointi, levitys koneellisesti	0,00	m2	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00	0,00 €

Laskelma Runkorakenteet

TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0 %)	Materiaalit (ALV 0 %)	Työ (ALV 0 %)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0 %)
Yhteensä				11 431 €	117 197 €	33 684 €	888	162 312 €
121	Pilari-palkkiperustus, betoniantura ja pilari k 6000, sokkelipalkki	92,00	jm	0,00 €	7 449,97 €	10 867,37 €	270,42	18 317,34 €
122	Kantava teräsbetonialapohja 160 mm, pintabetoni 40 mm, alap. lämmöneriste	500,00	m2	1 036,00 €	20 389,65 €	5 721,61 €	141,35	27 147,26 €
1236	Puurakenteinen yläpohja, kattotuolit, puhallettava villa 400 mm	500,00	m2	10 395,00 €	14 368,30 €	0,00 €	0,00	24 763,30 €

1233	Liimapuupilari 190 x 450 x 5500 mm, sis. pilarikengän	18,00	kpl	0,00 €	2 853,72 €	697,93 €	17,25	3 551,65 €
1234	Liimapuupalkki 190 x 650 mm	100,00	jm	0,00 €	10 000,00 €	960,51 €	23,74	10 960,51 €
1236	Teräsohutlevysandwich-elementti 200 mm	580,00	m2	0,00 €	32 503,20 €	8 005,24 €	240,12	40 508,44 €
1242	Sandwich pontti ikkuna 6 x 14 M	13,00	kpl	0,00 €	5 117,13 €	0,00 €	0,00	5 117,13 €
1243	Nosto-ovi 45 x 50 M, alumiini	3,00	kpl	0,00 €	6 300,00 €	217,74 €	5,38	6 517,74 €
1243	Ulko-ovi 10 x 21 M, halli	2,00	kpl	0,00 €	458,45 €	0,00 €	0,00	458,45 €
1243	Heloitus, ulko-oven lukitus	2,00	kpl	0,00 €	340,00 €	0,00 €	0,00	340,00 €
1262	Umpiräystäs, NR-ristikko, lape	60,00	jm	0,00 €	1 238,69 €	1 708,61 €	41,40	2 947,30 €
1262	Umpiräystäs, NR-ristikko, pääty	40,00	jm	0,00 €	622,97 €	1 139,08 €	27,60	1 762,05 €
1263	Kate, teräspoimulevykate, aluskate	550,00	m2	0,00 €	13 768,32 €	4 125,14 €	113,85	17 893,46 €
1264	Yläpohjavarusteet	1,00	erä	0,00 €	1 786,87 €	240,32 €	7,20	2 027,19 €

Laskelma Sisäpuoliset työt

TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0 %)	Materiaalit (ALV 0 %)	Työ (ALV 0 %)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0 %)
Yhteensä				0 €	8 688 €	4 425 €	133	13 113 €

1323	Kattolevytys, kipsilevy 13 mm, 2-kertainen levytys	500,00	m2	0,00 €	4 951,00 €	0,00 €	0,00	4 951,00 €
1325	Levytyt, kipsilevyn tarkastusluukku 200x200mm	2,00	kpl	0,00 €	24,52 €	39,78 €	1,20	64,30 €
1322	Maalaus 2 kertaa, epoksireaktiomaali, lattia, betonipinta	500,00	m2	0,00 €	3 031,05 €	2 390,99 €	71,69	5 422,04 €
1324	Maalaus 2 kertaa, katto, levytinta	500,00	m2	0,00 €	681,10 €	1 994,11 €	59,81	2 675,21 €

Laskelma Talotekniikka

TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0 %)	Materiaalit (ALV 0 %)	Työ (ALV 0 %)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0 %)
Yhteensä				0 €	24 021 €	11 151 €	306	35 171 €

23	Sähköistys	500,00	brm2	0,00 €	13 785,00 €	9 842,73 €	270,00	23 627,73 €
----	------------	--------	------	--------	-------------	------------	--------	-------------

22	IV-koneet ja asennukset	500,00	brm2	0,00 €	9 425,00 €	1 307,99 €	35,88	10 732,99 €
21	KVV-johdot	100,00	brm2	0,00 €	810,75 €	0,00 €	0,00	810,75 €

Kustannuslaskelma

Sosiaalitulat

Laskelmien kaikki kust. yht. ALV 0 %: **118 983,96 €**
Laskelmien kaikki kust. yht. sis. ALV: **147 540,11 €**

Laskelma Rakennuttaminen ja työmaatekniikka, puutalo

TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0 %)	Materiaalit (ALV 0 %)	Työ (ALV 0 %)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0 %)
Yhteensä				10 772 €	0 €	0 €	0	10 772 €
341	Työmaatekniikka, pientalo	0,50	erä	10 172,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00	10 172,00 €
342	Materiaalien ja kaluston rahdit / kuorma	10,00	erä	600,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00	600,00 €

Laskelma Maanrakennus, maanvarainen alapohja

TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0 %)	Materiaalit (ALV 0 %)	Työ (ALV 0 %)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0 %)
Yhteensä				2 685 €	5 820 €	2 321 €	56	10 826 €
1112	Pohjarakenteet, rakennuksen maankaivutyöt	100,00	m3	170,20 €	0,00 €	182,29 €	4,43	352,49 €
1112	Pohjarakenteet, maa-aineksen kuljetus, m3ktr	65,00	m3	234,00 €	0,00 €	357,16 €	8,55	591,16 €
111	Pohjarakenteet, kalusto, pientalo (kuivanapito, tiivistys, aitaaminen)	1,00	erä	1 200,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00	1 200,00 €
1114	Alapohjan sepelitäyttö 300 mm ja suodatinkangas	75,00	m2	155,40 €	778,89 €	220,78 €	5,41	1 155,07 €

1114	Pohjarakenteet, rakennuksen sisä- ja ulkopuoliset täytöt, m3rtr	140,00	m3	725,20 €	3 962,91 €	869,23 €	21,25	5 557,34 €
1116	Pohjarakenteet, putkiasennuksen aputyö kaivinkoneella	30,00	jm	199,80 €	0,00 €	118,88 €	2,85	318,68 €
1116	Pohjarakenteet, salaoja-asennus ja salaojakaivot	40,00	jm	0,00 €	374,00 €	222,89 €	5,06	596,89 €
113	Pohjarakenteet, routasuojaus 2x 50 mm,	100,00	m2	0,00 €	624,22 €	324,13 €	8,10	948,35 €
122	Pohjarakenteet, suodatinkangas	100,00	m2	0,00 €	80,30 €	25,32 €	0,63	105,62 €

Laskelma Perustukset ja alapohja. Kevytsoraharkkoperustus ja maanvarainen alapohja

TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0 %)	Materiaalit (ALV 0 %)	Työ (ALV 0 %)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0 %)
Yhteensä				0 €	6 632 €	5 296 €	116	11 929 €

121	Harkkoperustus: kevytsoraharkkoperusmuuri h = 600 mm, yläosa kevytsoraeristeharkkoa (ei sis. routasuojaus, sepelitäyttö)	32,50	jm	0,00 €	4 051,63 €	3 094,88 €	68,81	7 146,51 €
1211	Antura, betonointi ja raudoitus	6,50	m3	0,00 €	701,35 €	394,20 €	7,88	1 095,55 €
122	Maanvarainen laatta: betonilaatta 80 mm, alapuolinen lämmöneriste 200/250 mm (ei sis. sisäpinnat, täytöt)	75,00	m2	0,00 €	1 777,04 €	1 341,38 €	29,30	3 118,42 €
1241	Julkisivurappaus, ohutrappaus 2 kertaa	32,50	m2	0,00 €	102,38 €	465,76 €	9,87	568,13 €

Laskelma Runko ja yläpohja. Kattoristikko.

TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0 %)	Materiaalit (ALV 0 %)	Työ (ALV 0 %)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0 %)
Yhteensä				1 663 €	21 508 €	18 565 €	396	41 736 €

1241	Puurakenteinen ulkoseinä 150 mm, tuulensuojalevy 13 mm, mineraalivilla 150 mm, kipsilevy (ei sis. pinnat)	100,00	m2	0,00 €	5 600,55 €	4 630,03 €	99,43	10 230,58 €
1236	Yläpohja: kattotuolit, puhallettava puukuituvilla 500 mm, tuulenhjouslevy, puukuitulevy, kannatuspuut (ei sis. vesikate, vesikatealusta, sisäpinnat)	80,00	m2	1 663,20 €	2 298,93 €	1 378,84 €	28,03	5 340,97 €
1232	Puurunkoinen kipsilevyseinä 97 mm, mineraalivilla, kantava seinä (sis. sisäpinnat)	19,00	m2	0,00 €	496,98 €	973,63 €	21,82	1 470,61 €
1237	Puuportaat, ulkoportaat	4,00	m2	0,00 €	190,02 €	441,77 €	9,11	631,79 €

1241	Ulkooverhouslaudoitus, vaakaponttilaudoitus 28 mm	100,00	m2	0,00 €	1 507,81 €	2 789,04 €	56,93	4 296,84 €
1241	Ulkomaaalaus 2 kertaa, öljymaali, sahatut puupinnat	100,00	m2	0,00 €	360,00 €	560,73 €	13,92	920,73 €
1242	MSE/AL-puualumiini-ikkuna 10 x 14 M	5,00	kpl	0,00 €	1 439,56 €	247,36 €	5,06	1 686,92 €
1243	Ulko-ovi 10 x 21 M, 2 lasiaukkoa	2,00	kpl	0,00 €	1 462,45 €	151,20 €	3,09	1 613,65 €
1243	Heloitus, ulko-ovi	2,00	kpl	0,00 €	150,00 €	25,23 €	0,51	175,23 €
1243	Heloitus, ulko-oven lukitus	2,00	kpl	0,00 €	340,00 €	40,52 €	1,01	380,52 €
1244	Julkisivun täydennysosat, pientalo	1,00	erä	0,00 €	825,00 €	0,00 €	0,00	825,00 €
115	Terassilaatta, puu	5,00	m2	0,00 €	123,31 €	284,78 €	5,83	408,09 €
1262	Umpiräystä, NR-ristikko, lape	10,00	jm	0,00 €	206,45 €	315,42 €	6,33	521,87 €
1262	Umpiräystä, NR-ristikko, pääty	15,00	jm	0,00 €	233,62 €	473,13 €	9,49	706,75 €
1263	Vesikate, konesaumattu ohutlevykate, harvalaudoitus ja aluskate	75,00	m2	0,00 €	2 283,39 €	1 893,56 €	41,75	4 176,94 €
1264	Vesikattovarusteet, pientalo	1,00	erä	0,00 €	1 786,87 €	266,19 €	6,60	2 053,06 €
1311	Puurunkoinen kipsilevyseinä 66 mm	60,00	m2	0,00 €	1 212,60 €	2 267,35 €	48,88	3 479,95 €
1311	Puurunkoinen kipsilevyseinä 66 mm, mineraalivilla 70 mm (kuivan tilan ja märkätilan välinen seinä, ei sis. sisäpinnat)	25,00	m2	0,00 €	615,43 €	899,35 €	19,04	1 514,78 €
1323	Kattolevytys, kipsilevy 13 mm, 1-kertainen levytys	75,00	m2	0,00 €	374,57 €	927,06 €	19,53	1 301,63 €

Laskelma Sisäpuoliset työt

TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0 %)	Materiaalit (ALV 0 %)	Työ (ALV 0 %)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0 %)
Yhteensä				0 €	13 539 €	8 408 €	178	21 947 €
1315	Sisäovi, laakaovi	9,00	kpl	0,00 €	1 011,33 €	482,46 €	9,87	1 493,79 €
1315	Heloitus, sisäovi, puuovi	9,00	kpl	0,00 €	225,00 €	113,55 €	2,28	338,55 €
1323	Alakatto, puurunko, kipsilevy	75,00	m2	0,00 €	579,00 €	3 427,03 €	70,10	4 006,03 €
1322	Listoitus, jalkalista 12 x 42 mm, naulakiinnitys	90,00	jm	0,00 €	125,57 €	187,36 €	3,76	312,93 €

1324	Listoitus, kattolista, edullinen taso	120,00	jm	0,00 €	108,61 €	325,51 €	6,53	434,13 €
1315	Listoitus, ovet	30,00	jm	0,00 €	45,47 €	62,45 €	1,25	107,92 €
1322	Tasoituskäsittely, lattia, hienotasoitus 5 mm	3,00	m2	0,00 €	16,44 €	9,88 €	0,20	26,32 €
1322	Tasoituskäsittely, lattia, kylpyhuoneen lattia	3,00	m2	0,00 €	21,83 €	56,10 €	1,14	77,92 €
1324	Tasoituskäsittely, katto, tasoitus 2,5 kertaa, kipsilevypinta	75,00	m2	0,00 €	136,75 €	332,50 €	8,25	469,25 €
1326	Tasoituskäsittely, seinä, tasoitus 2,5 kertaa, kipsilevy	60,00	m2	0,00 €	109,40 €	266,00 €	6,60	375,40 €
1326	Tasoituskäsittely, seinä, tasoitus 2,5 kertaa, märkätila	15,00	m2	0,00 €	34,48 €	53,51 €	1,33	87,99 €
1324	Maalaus 2 kertaa, katto, levypinta	75,00	m2	0,00 €	102,17 €	331,33 €	8,22	433,49 €
1326	Maalaus 2 kertaa, seinä	60,00	m2	0,00 €	81,73 €	265,06 €	6,58	346,79 €
1322	Vedeneristys, lattia, märkätila	6,00	m2	0,00 €	107,37 €	39,87 €	0,82	147,24 €
1326	Vedeneristys, seinä, märkätila	15,00	m2	0,00 €	216,14 €	99,67 €	2,05	315,81 €
1322	Laatoitus, lattialaatta 97 x 97 mm, märkätila	3,00	m2	0,00 €	96,97 €	183,83 €	3,78	280,80 €
1326	Laatoitus, seinälaatta 300 x 600 mm	3,00	m2	0,00 €	126,44 €	67,54 €	1,39	193,98 €
1322	Parkettityö, laminaatti 7 mm	60,00	m2	0,00 €	1 290,63 €	548,39 €	11,22	1 839,01 €
1323	Kattopanelointi, haapapaneeli, saunan kattorakenne, mineraalivilla 50 mm, koolaus	4,00	m2	0,00 €	159,47 €	210,04 €	4,35	369,52 €
1326	Maalaus kerran, seinä, pintakäsittely kerran saunasuojalla, paneelipinta	30,00	m2	0,00 €	20,82 €	78,91 €	1,96	99,73 €
1331	Kalusteet, pientalo, asunto, normaali taso	1,00	erä	0,00 €	7 000,00 €	1 075,47 €	22,00	8 075,47 €
1334	Laitteet, pientalo, asunto, normaali taso	1,00	erä	0,00 €	1 923,00 €	192,04 €	4,40	2 115,04 €

Laskelma LVIS-työt

TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0 %)	Materiaalit (ALV 0 %)	Työ (ALV 0 %)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0 %)
Yhteensä				0 €	13 259 €	8 515 €	193	21 775 €
21	KVV-johdot, pientalo (kiinteistön vesi- ja viemärijohdot)	75,00	brm2	0,00 €	984,65 €	2 716,46 €	61,67	3 701,12 €

1331	Vesi- ja viemärikalusteet, pientalo	75,00	brm2	0,00 €	1 099,53 €	399,95 €	9,08	1 499,48 €
22	IV-järjestelmä, pientalo, tulo- ja poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla	75,00	brm2	0,00 €	2 759,25 €	1 295,54 €	29,41	4 054,79 €
21	Ulkopuoliset KVV-johdot ja kaivot, pientalo	1,00	erä	0,00 €	2 702,00 €	969,01 €	22,00	3 671,01 €
23	Sähköinen lattialämmitys, pientalo	75,00	brm2	0,00 €	1 350,00 €	363,59 €	8,25	1 713,59 €
23	Valaistus, pientalo	75,00	brm2	0,00 €	1 469,10 €	305,08 €	6,93	1 774,18 €
23	Sähköistys, pientalo	75,00	brm2	0,00 €	2 894,85 €	2 465,71 €	55,98	5 360,56 €

Kustannuslaskelma Halli+sos.tila

Laskelmien kaikki kust. yht. ALV 0 %: **395 436,45 €**
Laskelmien kaikki kust. yht. sis. ALV: **490 341,20 €**

Laskelma Rakennuttaminen ja työmaatekniikka

TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0 %)	Materiaalit (ALV 0 %)	Työ (ALV 0 %)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0 %)
Yhteensä				84 994 €	0 €	3 989 €	87	88 984 €
31	Rakennuttaminen, ammattimaisesti rakennutetut kohteet (n. 0,5 milj euron kohde)	1,00	erä	50 000,00 €	0,00 €	797,35 €	19,32	50 797,35 €
3223	Rakennesuunnittelu, ammattimaisesti rakennetut kohteet	0,50	erä	5 000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00	5 000,00 €
3224	LVI-suunnittelu, ammattimaisesti rakennetut kohteet	0,50	erä	3 000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00	3 000,00 €
3225	Sähkösuunnittelu, ammattimaisesti rakennetut kohteet	0,50	erä	3 000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00	3 000,00 €
33	Työmaan johto, ammattimaisesti rakennutetut kohteet	0,10	erä	5 000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00	5 000,00 €
34	Työmaatekniikka	0,50	erä	6 467,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00	6 467,00 €
341	Jätekustannukset, puutavara (kuljetus ja kaatopaikkamaksut)	2,00	erä	220,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00	220,00 €
341	Jätekustannukset, sekajäte (kuljetus ja kaatopaikkamaksut)	4,00	erä	807,20 €	0,00 €	0,00 €	0,00	807,20 €
342	Materiaalien ja kaluston rahdit / kuorma	20,00	erä	1 200,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00	1 200,00 €
342	Henkilönostin, vuokra 1 pvä (sis. kaluston)	20,00	pv	4 000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00	4 000,00 €

342	Nostolaite, vuokra 1 pvä (sis. kaluston + kuljettajan)	7,00	pv	6 300,00 €	0,00 €	3 192,12 €	67,23	9 492,12 €
-----	--	------	----	------------	--------	------------	-------	------------

Laskelma Maarakennustyöt

TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0 %)	Materiaalit (ALV 0 %)	Työ (ALV 0 %)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0 %)
Yhteensä				6 093 €	22 766 €	8 116 €	239	36 976 €
111	Pohjarakenteet, rakennuksen sisä- ja ulkopuoliset täytöt, m3trr	650,00	m3	3 367,00 €	18 399,22 €	3 643,53 €	107,64	25 409,75 €
111	Pohjarakenteet, rakennuksen maankaivutyöt	650,00	m3	1 106,30 €	0,00 €	1 069,76 €	31,40	2 176,06 €
111	Pohjarakenteet, routasuojaus 50 mm	400,00	m2	0,00 €	2 496,88 €	1 170,52 €	35,33	3 667,40 €
111	Pohjarakenteet, maa-aineksen kuljetus, m3ktr	450,00	m3	1 620,00 €	0,00 €	2 232,37 €	64,58	3 852,37 €
111	Pohjarakenteet, salaoja-asennus ja salaojakaivot	200,00	jm	0,00 €	1 870,00 €	0,00 €	0,00	1 870,00 €

Laskelma Runkorakenteet

TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0 %)	Materiaalit (ALV 0 %)	Työ (ALV 0 %)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0 %)
Yhteensä				11 908 €	105 483 €	68 461 €	1 772	185 852 €
121	Perusmuuriperustus, perusmuuri 400 x 1000 mm, paikallavalettu antura, routasuojaus, sepelitäyttö	92,00	jm	476,56 €	13 283,45 €	10 745,71 €	274,82	24 505,72 €
122	Kantava teräsbetonialapohja 160 mm, pintabetoni 40 mm, alap. lämmöneriste	500,00	m2	1 036,00 €	20 389,65 €	5 721,61 €	141,35	27 147,26 €
1236	Puurakenteinen yläpohja, kattotuolit, puhallettava villa 400 mm	500,00	m2	10 395,00 €	14 368,30 €	0,00 €	0,00	24 763,30 €
1241	Puurakenteinen ulkoseinä 173 mm, tuulensuojalevy 25 mm, mineraalivilla 175 mm, kipsilevy (sis. pinnat, vaakaponttilaudoitus ja sisäpinnat)	500,00	m2	0,00 €	27 252,52 €	37 833,33 €	982,56	65 085,85 €
1243	Nosto-ovi 45 x 50 M, alumiini	3,00	kpl	0,00 €	6 300,00 €	217,74 €	5,38	6 517,74 €
1243	Ulko-ovi 10 x 21 M, halli	2,00	kpl	0,00 €	458,45 €	0,00 €	0,00	458,45 €
1243	Heloitus, ulko-oven lukitus	2,00	kpl	0,00 €	340,00 €	0,00 €	0,00	340,00 €
1262	Umpiräystä, NR-ristikko, lape	60,00	jm	0,00 €	1 238,69 €	1 708,61 €	41,40	2 947,30 €

1262	Umpiräystä, NR-ristikko, pääty	40,00	jm	0,00 €	622,97 €	1 139,08 €	27,60	1 762,05 €
1263	Kate, teräspoimulevykate, aluskate	550,00	m2	0,00 €	13 768,32 €	4 125,14 €	113,85	17 893,46 €
1264	Yläpohjavarusteet	1,00	erä	0,00 €	1 786,87 €	240,32 €	7,20	2 027,19 €
1232	Puurunkoinen kipsilevyseinä 97 mm, mineraalivilla, kantava seinä (sis. sisäpinnat)	72,00	m2	0,00 €	1 883,30 €	3 331,00 €	90,22	5 214,30 €
1232	Huoneistojen välinen puurunkoseinä: kaksinkertainen puurunkoseinä 66 mm, mineraalivilla, EK-kipsilevy (ei sis. sisäpinnat; kantava seinä)	12,00	m2	0,00 €	380,80 €	536,55 €	13,78	917,35 €
1235	Puuvälipohja: puurunko 225 mm, mineraalivilla 150 mm, kaksinkertainen kipsilevy, ristiinlaudoitus, kipsilevy (sis. sisäpinnat, parketti ja sisäpinnat)	40,00	m2	0,00 €	3 409,57 €	2 862,25 €	73,94	6 271,82 €

Laskelma Sisäpuoliset työt

TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0 %)	Materiaalit (ALV 0 %)	Työ (ALV 0 %)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0 %)
Yhteensä				0 €	22 160 €	8 589 €	236	30 749 €

1323	Kattolevytytys, kipsilevy 13 mm, 2-kertainen levytytys	540,00	m2	0,00 €	5 347,08 €	0,00 €	0,00	5 347,08 €
1325	Levytytys, kipsilevyn tarkastusluukku 200x200mm	2,00	kpl	0,00 €	24,52 €	39,78 €	1,20	64,30 €
1322	Maalaus 2 kertaa, epoksireaktiomaali, lattia, betonipinta	500,00	m2	0,00 €	3 031,05 €	2 390,99 €	71,69	5 422,04 €
1324	Maalaus 2 kertaa, katto, levypinta	500,00	m2	0,00 €	681,10 €	1 994,11 €	59,81	2 675,21 €
1322	Parkettityö, laminaattiparketti 8 mm	40,00	m2	0,00 €	841,06 €	368,48 €	9,11	1 209,54 €
1331	Kalusteet, pientalo, asunto, normaali taso	1,00	erä	0,00 €	7 000,00 €	970,95 €	24,00	7 970,95 €
1334	Laitteet, pientalo, asunto, normaali taso	1,00	erä	0,00 €	1 923,00 €	173,37 €	4,80	2 096,37 €
1315	Listoitus, ovet	50,00	jm	0,00 €	75,78 €	122,45 €	2,97	198,23 €
1242	Listoitus, ikkunalista 12 x 42 mm, ikkunasyvennys	50,00	jm	0,00 €	75,78 €	236,36 €	5,73	312,13 €
1322	Listoitus, jalkalista 12 x 42 mm, naulakiinnitys	100,00	jm	0,00 €	139,52 €	187,95 €	4,55	327,47 €
1322	Vedeneristys, lattia, märkätila	15,00	m2	0,00 €	268,43 €	89,99 €	2,24	358,42 €

1326	Vedeneristys, seinä, märkätila	40,00	m2	0,00 €	576,36 €	239,96 €	5,96	816,32 €
1326	Laatoitus, seinälaatta 300 x 300 mm	40,00	m2	0,00 €	1 685,86 €	999,85 €	24,84	2 685,71 €
1322	Laatoitus, lattialaatta 97 x 97 mm	15,00	m2	0,00 €	490,65 €	774,88 €	19,25	1 265,54 €

Laskelma Talotekniikka

TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0 %)	Materiaalit (ALV 0 %)	Työ (ALV 0 %)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0 %)
	Yhteensä			13 133 €	25 966 €	13 777 €	378	52 876 €

23	Sähköistys	500,00	brm2	0,00 €	13 785,00 €	9 842,73 €	270,00	23 627,73 €
22	IV-koneet ja asennukset	500,00	brm2	0,00 €	9 425,00 €	1 307,99 €	35,88	10 732,99 €
21	KVV-johdot	100,00	brm2	0,00 €	810,75 €	0,00 €	0,00	810,75 €
21	KVV-johdot, pientalo (kiinteistön vesi- ja viemärijohdot)	70,00	brm2	0,00 €	919,01 €	2 288,98 €	62,79	3 207,99 €
22	IV-kanavat ja kanavaosat, toimisto, keskitetty järjestelmä	70,00	brm2	5 865,30 €	0,00 €	0,00 €	0,00	5 865,30 €
23	Sähköistys, toimisto	70,00	brm2	5 235,30 €	0,00 €	0,00 €	0,00	5 235,30 €
23	Valaistus, toimisto	70,00	brm2	2 032,80 €	0,00 €	0,00 €	0,00	2 032,80 €
1331	Vesi- ja viemärikalusteet, pientalo	70,00	brm2	0,00 €	1 026,23 €	337,01 €	9,24	1 363,24 €