

Jyrsityn puuliitoksen käyttäminen ja kustannustehokkuus metallisiin palkkikenkiin verrattuna

Souvi Group Osk

Tiivistelmä

Tekijä(t) Taurén, Markus	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Valmistumisaika 2021
	Sivumäärä 25	
Työn nimi Jyrsityn puuliitoksen käyttäminen ja kustannustehokkuus metallisiin palkkikengisiin verrattuna Souvi Group Osk		
Tutkinto Insinööri (AMK)		
Ohjaavan opettajan nimi, titteli ja organisaatio Jari Suominen, lehtori, Puutekniikka LAB-ammattikorkeakoulu		
Toimeksiantajan nimi, titteli ja organisaatio Juuso Jääskeläinen, hallituksen puheenjohtaja, Souvi Group Osk / Uudenkylän Piharakentajat Oy		
Tiivistelmä <p>Tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia jyrsityn puuliitoksen käyttöä ja valmistusta sekä vertailla sitä perinteiseen metalliseen palkkikengään. Työ tehtiin Souvi Group Osk:lle. Tutkimus on täysin kvantitatiivinen, eli määrällinen tutkimus. Tavoitteena oli tehdä kustannusarvio ja osoittaa jyrsityn puuliitoksen edullisuus.</p> <p>Jyrsittyä puuliitosta tutkittiin hinta näkökulmasta. Kaikki materiaalit, työkalut ja työvälineet hinnoiteltiin. Hintoja tarkastelemalla saatiin kattava määrä tietoa kustannuksista, joiden avulla pystyttiin tekemään kustannusarvio.</p> <p>Hinnat materiaaleille saatiin opinnäytetyön toimeksiantajalta ja heidän käyttämiltä raakakaupoilta. Työ oli pääsääntöisesti hintojen vertailua ja työtehokkuuden arviointia, kun vertailtiin jyrsittyä puuliitosta metalliseen palkkikengään.</p> <p>Tutkimus todisti, että jyrsittyä puuliitosta käyttämällä metallisen palkkikengän sijaan, asiakkaan kustannukset pienenevät, urakan työaika lyhenee ja liitos on esteettisesti hienompi.</p>		
Asiasanat Jyrsitty puuliitos, palkkikengä, kustannustehokkuus, jyrsinmallinne, jigi		

Abstract

Author(s) Taurén, Markus	Type of Publication Thesis, UAS	Published 2021
	Number of Pages 25	
Title of Publication Using a milled wood joint and cost-effectiveness compared to metal beam shoes		
Name of Degree Engineer (UAS)		
Name, title and organization of the supervising teacher Jari Suominen, lecture in wood technology, LAB-university of applied sciences		
Name, title and organization of the client Juuso Jääskeläinen, Chairman of the Board, Souvi Group Osk / Uudenkylän Piharakentajat Oy		
<p>Abstract</p> <p>The purpose of the study was to study the use and manufacture of milled wood joints and to compare it with a traditional metallic beamed shoe. The work was carried out for Souvi Group Osk. The study is completely quantitative, i.e. quantitative research. The aim was to make a cost estimate and demonstrate the affordability of the milled wood joint.</p> <p>The milled wood joint was examined from a price perspective. All materials, tools and operations were priced. By examining prices, a comprehensive amount of information was obtained on the costs that enabled an estimate of costs to be made.</p> <p>The prices for materials were obtained from the thesis client and the hardware stores they used. As a rule, the work was a comparison of prices and an assessment of work efficiency when comparing a milled wood joint to a metal beamed shoes.</p> <p>The study proved that by using a milled wooden joint instead of a metal beam shoe, the customer's costs are reduced, the working hours of the contract are reduced, and the joint is aesthetically finer.</p>		
Keywords milled wood joint, beam shoes, cost-efficiency, mould of milling		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Opinnäytetyöstä.....	2
2.1	Tausta ja tavoite	2
2.2	Souvi Group Osk	2
2.3	Tutkimusmenetelmät	2
3	Puu rakennusmateriaalina	3
3.1	Puulajit ja käyttökohteet.....	3
3.2	Puun ominaisuudet	7
3.3	Puurakentamisessa käytettävät liitokset	8
3.3.1	Naula- ja pulttiliitos.....	8
3.3.2	Ruuviliitos	9
3.3.3	Metalliset muotokiinnikkeet (pilari- ja palkkikenkä)	10
3.3.4	Naulalevy ja piikkilevy.....	10
4	Jyrsitty puuliitos	12
4.1	Valmistaminen	12
4.2	Hyödyt ja haitat.....	14
4.3	Käyttökohteet.....	15
5	Metallinen palkkikenkä.....	16
5.1	Ominaisuudet	16
5.2	Käyttötapa	16
6	Kustannusarvion laatiminen	17
7	Kustannusvertailu – metallinen palkkikenkä – jyrsitty palkkikenkä	18
7.1	Työntekijöiden kustannukset.....	18
7.2	Materiaalikustannukset	18
7.3	Tarvikekustannukset.....	18
7.4	Laitteistokustannukset	19
8	Mallikohde ja sen kustannusvertailu.....	20
9	Yhteenveto	23
	Lähteet	24

1 Johdanto

Uusilla rakennusmenetelmillä puurakentamisessa ja puusepänteollisuudessa on aina tilausta ja niitä tarvitaan koko ajan lisää. Uudet tavat rakentaa puusta helpottavat meitä tulevaisuudessa ja kustannukset saadaan pienemmiksi. Kuluttajalle varsinkin kustannukset ovat aina todella tärkeä asia rahan säästämiseksi. Toinen tärkeä asia on laatu, johon liittyy monesti kestävyys, ulkonäkö ja käytännöllisyys. Puurakentamisessa nämä ovat tärkeitä seikkoja, sillä puu materiaalina on helppo muokata ja siitä saa tehtyä laadukkaita tuotteita.

Puurakentamisessa on monta eri rakentamisen aluetta, opinnäytetyöaiheessani käsitellään terassien rakentamista ja erilaisia liitoksia, joita voisi käyttää hyödyksi terassin rungon valmistuksessa. Rungon valmistamisen ja liitoksien tekemisen voi tehdä monella eri tapaa.

Opinnäytetyön aiheena oli tutkia toimeksiantajani käyttämää liitosta, joka jyskitään yläjyrsimellä suoraan kantavaan rakenteeseen, jolloin vastakappale liitetään jysittyyn taskuun. Tutkin liitoksen käyttöä ja sen kustannustehokkuutta perinteiseen metalliseen palkkikengään verrattuna. Monet rakentajat käyttävät metallista palkkikengää terassien rungon valmistuksessa ja muissa erilaisissa palkkien ja runkojen liittämässä. Tavoitteena on, että saataisiin selkeästi kustannustehokkaampi ratkaisu metallisen palkkikengän korvaajaksi. Työssä kerrotaan liitoksen valmistamisesta, hyödyistä ja haitoista.

Tutkimusmenetelminä työssä käytettiin pelkästään itse keräämää tietoa, eli haastattelua ja viestittelyä. Tutkimus on siis kvantitatiivinen, käytettyjen tutkimusmenetelmien perusteella. Tiedot tutkimukseen saatiin Souvi Groupin Osk hallituksen puheenjohtajalta Juuso Jääskeläiseltä ja hänen terassityömailtaan. Vallitseva pandemia ja yrittäjän kiireet aiheutti osittain ongelmia tietojen keräämisessä, sillä tapaamiset olivat vähissä ja jäivät lyhyiksi, jolloin olimme paljon viestimien varassa.

2 Opinnäytetyöstä

2.1 Tausta ja tavoite

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä tutkimus Souvi Group Osk:lle jyrityn puuliitoksen kustannusarviosta ja vertailla sitä perinteiseen metalliseen palkkikenkään. Edellä mainittuja vertailtiin ominaisuuksiltaan, käyttötavoiltaan, käyttökohteiltaan ja kustannuksiltaan. Souvi halusi antaa asiakkailleen tutkimuksen, jossa on tutkittu jyrittyä puuliitosta. On helpompia asiakkaalle perustella syytä, miksi tehdään tietyllä tavalla, eikä perinteisellä tavalla. Suurin syy on hinta, jolla on vaikutusta asiakkaalle. Opinnäytetyötäni hyödyntämällä Souvi voi perustella tulevaisuudessa heidän työn hinnan.

2.2 Souvi Group Osk

Souvi Group Osk on entisen Lahden Ammattikorkeakoulun opiskelijoiden perustama osuuskunta, joka perustettiin vuoden 2018 alkupuolella Lahdessa. Kun Souvi perustettiin, lähtökohtana oli tarve uudenaikaisesta oppimisympäristöstä, jossa opiskelijat pääsisivät suorittamaan opintojaan työelämälähtöisesti ja yrittäjämäisesti. Tarkoituksena oli kehittää monialainen osuuskunta, joka palvelee myös yrityksiä laajalla osaamisellaan. (Souvi Group Osk 2021.)

Souvi tarjoaa opiskelijoille vaihtoehdon kokeilla yrittäjänä olemista ja oppia siitä käytännön kautta. Osuuskunnassa on mahdollista olla osa-aika yrittäjänä, jos haluaa kokeilla yrittämistä opiskelun ohella. (Souvi Group Osk 2021.)

Hallituksen puheenjohtajana Souvin perustamisesta saakka on ollut Juuso Jääskeläinen. Jääskeläinen on sittemmin perustanut Souvin avulla yrityksen Uudenkylän Piharakentajat Oy. Kyseinen yritys on loppujen lopuksi minun opinnäytetyöni toimeksiantaja. (Jääskeläinen 2021.)

2.3 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelminä käytin haastattelua, ja viestittelyä, jotka hoidin Jääskeläisen kanssa. Jääskeläinen kasasi kattavan määrän asiaa, josta sain työhöni tarvittavat tiedot.

Menetelmä tutkimuksessani on määrällinen tutkimus eli kvantitatiivinen tutkimus, jossa käytetään laskennallisia ja täsmällisiä, ihmistieteissä tilastollisia menetelmiä. Havaintoaineiston keruumenetelmä oli haastattelu, tekstiviestittely ja sähköpostittelu. (Jyväskylän yliopisto 2015.)

3 Puu rakennusmateriaalina

3.1 Puulajit ja käyttökohteet

Kun puutuotteita suunnittelee, on hyvä tietää, mikä laji sopii mihinkin käyttökohteeseen. Eri lajeilla on omat ominaisuudet, ja ne sopivat eri tarkoitukseen ja työstötekniikoihin. Seuraavassa taulukossa yleisten kotimaisten puulajien ominaisuuksia ja käyttökohteita (Taulukko 1).

Kotimaiset puulajit		
	Ominaisuudet	Käyttökohteet
Mänty	<ul style="list-style-type: none"> • helppo työstää • kevyt • pehmeä • hauras sydänpuu • hyvin säänkestävä 	<ul style="list-style-type: none"> • yleinen rakennuspuu • rakennussepäntuotteet • huonekalut • puutarhakalusteet
Kuusi	<ul style="list-style-type: none"> • kevyt • pehmeä • vaalea • terveoksainen 	<ul style="list-style-type: none"> • rakennuspuu • paneelit • saunanlauteet • vaneri
Koivu	<ul style="list-style-type: none"> • vahva • taipuisa • helposti halkeava • vaalea • helppo työstää 	<ul style="list-style-type: none"> • huonekalut • vaneri • työkaluvarret

Taulukko 1. Suomen yleisimmät puulajit, ominaisuudet ja käyttökohteet (Isomäki & Koponen 2004)

Taulukosta (Taulukko 1.) näkee, että suomalaiset puut ovat monikäyttöisiä. Ne ovat ominaisuuksiltaan monipuolisia, kuten kevyitä ja pehmeitä, toiset taas vahvoja. Käyttökohteita on runsaasti, kuten työkalujen varret, huonekalut ja yleisesti rakennusmateriaalina käytettäviä. Mänty esimerkiksi sopii terassien rakennusmateriaaliksi.

On myös monia muita harvinaisia kotimaisia puulajeja, joita käytetään puuteollisuudessa moneen eri käyttötarkoitukseen. Seuraavassa taulukossa harvinaisempien kotimaisten puulajien ominaisuuksia ja käyttökohteita (Taulukko 2).

Harvinaisemmat kotimaiset puulajit		
	Ominaisuudet	Käyttökohteet
Lehtikuusi	<ul style="list-style-type: none"> • painava • kova • säänkestävä 	<ul style="list-style-type: none"> • ulkorakenteet • huonekalut
Vaahtera	<ul style="list-style-type: none"> • kova • sitkeä • kevyt 	<ul style="list-style-type: none"> • huonekalut • työkalunosat ja varret
Leppä, tervaleppä, harmaaleppä	<ul style="list-style-type: none"> • helppo työstää 	<ul style="list-style-type: none"> • huonekalut • paneelit
Haapa	<ul style="list-style-type: none"> • hyvin pehmeä • valkea • vaikea työstää • säänkestävä 	<ul style="list-style-type: none"> • ulkorakenteet • saunan lauteet • paneelit
Pihlaja	<ul style="list-style-type: none"> • kova • vahva 	<ul style="list-style-type: none"> • huonekalut • työkalunosat ja varret
Kataja	<ul style="list-style-type: none"> • luja • sitkeä 	<ul style="list-style-type: none"> • astiat • työkaluvarret

	<ul style="list-style-type: none"> • hyvätuoksuinen 	<ul style="list-style-type: none"> • pikkuesineet
--	--	--

Taulukko 2. Suomen harvinaisemmat puulajit, ominaisuudet ja käyttökohteet (Isomäki & Koponen 2004)

Taulukosta (Taulukko 2.) havaitaan, että harvinaisemmat kotimaiset puulajit soveltuvat monen tarkoitukseen ja ominaisuuksiltaan ovat monimuotoisia. Ne ovat kovia, pehmeitä, sitkeitä ja joustavia. Harvinaisemmat kotimaiset puulajit sopivat huonekaluihin ja rakennusmateriaaleiksi. Samoja ominaisuuksia ja käyttökohteita, kuten yleisimmissä suomalaisissa lajeissa.

Myös ulkomaisia puulajeja käytetään kotimaisessa puuteollisuudessa. Niille on monta eri käyttökohdetta, kuten kotimaisilla lajeilla. Seuraavassa taulukossa ulkomaisten puulajien ominaisuuksia ja käyttökohteita (Taulukko 3).

Ulkomaisia puulajeja		
	Ominaisuudet	Käyttökohteet
Tammi	<ul style="list-style-type: none"> • kova • vahva • helposti lohkeava 	<ul style="list-style-type: none"> • huonekalut • viilut • parketti • listat
Mahonki	<ul style="list-style-type: none"> • erilaisia puita • erilaisia ominaisuuksia 	<ul style="list-style-type: none"> • huonekalut • viilut • parketti • listat
Jalava	<ul style="list-style-type: none"> • sitkeä • kova • taipuisa 	<ul style="list-style-type: none"> • huonekalut • viilut • parketti • listat
Pyökki/Punapyökki	<ul style="list-style-type: none"> • painava • helppo työstää • pöly vaarallista • taipuisa 	<ul style="list-style-type: none"> • huonekalut • viilut • parketti • listat

Taulukko 3. Ulkomaisia puulajeja, ominaisuudet ja käyttökohteet (Isomäki & Koponen 2004)

Ulkomaiset puulajit ovat erilaisia kuin suomalaiset. Taulukosta (Taulukko 4.) havaitaan, että ne ovat ominaisuuksiltaan hyvin samanlaisia, kuin kotimaiset lajit. Käyttökohteet ovat erilaisia. Ulkomaisia puita halutaan käyttää arvokkaasti, siksi niitä käytetään eri tavalla.

3.2 Puun ominaisuudet

Puu materiaalina on hyvin yleinen raaka-aine. Se sopii monenlaiseen käyttötarkoitukseen ja tuotteeseen. Puuta käytetään usein sen hyvien ominaisuuksien vuoksi.

Kun tarkastellaan puun tiheyttä, riippuu siitä monet puun ominaisuudet. Saman puulajin eri yksilöiden välillä on tiheyseroja, se pitää myös huomioida tuotteiden suunnittelussa. Lujutta vaativissa rakenteissa on syytä käyttää erikoisesti lujuuslajiteltua tavaraa. Seuraavasta taulukosta (Taulukko 4.) näkee tärkeimpien puulajien keskimääräinen tiheys ja sen vaihtelut sekä eri ominaisuuksien keskimääräiset arvot ja eräitä vaihteluita. (Isomäki & Koponen 2004.)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Koivu	460-				75	37	34		12	2,2		14,2	1,5	
	600-	0,6	5,3	7,8	144	50	134	6,9						4,8
	800				152	98	256		14	2,7		16,2	2,7	
Kuusi	300-				48	34	21	1,5	3,9		7,2	1,4	4,0	
	430-	0,3	3,6	7,8	76	49	88	2,7	6,6	1,2	3,2	10,8		
	640				133	79	240	3,9	11,8		21,0	1,8	5,3	
Mänty	300-				40	34	34	1,0	6,0	1,3	2,5	6,8	0,6	
	490-	0,4	4	7,7	98	54	102	2,9	9,8	1,9	4,0	11,8		5,1
	860				202	92	192	4,3	14,0	2,4	7,2	19,7	2,6	
Puna- pyökki	490-				73	40	56	6,9	6,4	2,7		9,8		5,1
	680-	0,3	5,8	11,8	121	61	132		7,8		7,2	15,7	1,9	
	880-				206	97	177	10,5	18,6	4,0		17,7		5,4
Tammi	390-		4,0	7,8	73	47	49	2,5	5,9			9,0	3,8	
	650-	0,4			97	62	88	3,9	10,8	3,4	6,6	12,0		3,9
	930		4,6	10,0	115	69	177	9,4	12,7			12,2	6,1	
Mahonki	410-				64	28			8,8			7,4		
	550-	0,3	3,0	4,2	83	49		2,5		1,8	3,6			
	900				128	72			10,6			9,3		

1 Tilavuuspaino	kg/m ³	8 Vetolujuus syytä vastaan kohtisuoraan	MPa
2 Kutistumisprosentti syyn suuntaan	%	9 Leikkauslujuus	MPa
3 Kutistumisprosentti säteen suuntaan	%	10 Brinell-kovuus syytä vastaan kohtisuoraan	MPa
4 Kutistumisprosentti tangentin suuntaan	%	11 Brinell-kovuus syyn suuntaan	MPa
5 Taivutuslujuus	MPa	12 Kimmoikerroin	MPa
6 Puristuslujuus syyn suuntaan	MPa	13 Vesiliukoisuus	%
7 Vetolujuus syyn suuntaan	MPa	14 pH-arvo	

Taulukko 4. Tärkeimpien puulajien ominaisuuksia (Isomäki & Koponen 2004)

Edellä olevasta taulukosta on hyvä katsoa eri puulajien ominaisuudet ja tämän perusteella voi valita oikean lajin omaan käyttötarkoitukseen (Taulukko 4). Kun halutaan puuta, joka ei

taivu helposti kannattaa valita punapyökki. Puulaji, joka ei lytisty helposti valinta in puna-pyökki, se on vahvin puulaji taulukosta. Heikoimmat puut ovat kuusi ja mänty, jotka sopivat hyvin suomalaiseen rakentamiseen kaikilta ominaisuuksiltaan.

3.3 Puurakentamisessa käytettävät liitokset

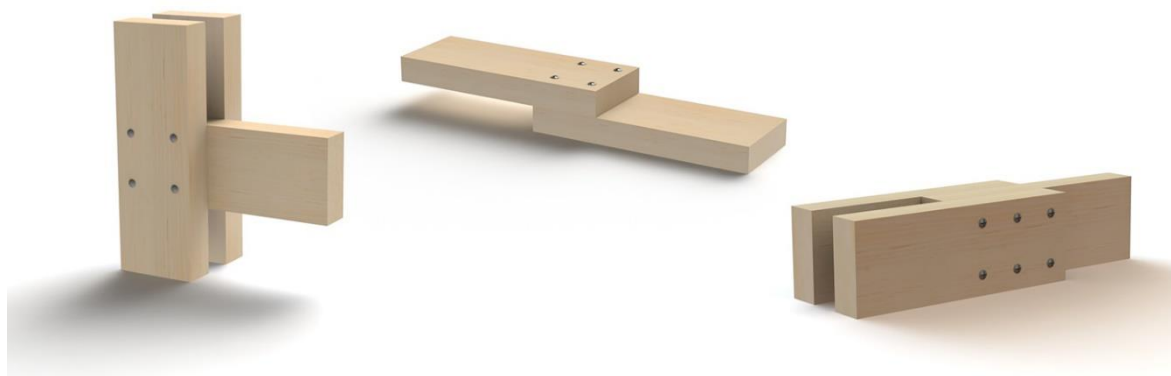
Suunniteltaessa ja toteuttaessa liitoksilla, näillä on usein arkkitehtoninen ja keskeinen tekninen merkitys. Puu ei ole rakenteeltaan tasalaatuista ja ominaisuuksiltaan se on vaihtelevaa. Perinteiset eli kosketusliitokset ovat erilaisia liitosloveuksia, tukiloveuksia tai tapituksia. Niissä käytettävien liittimien tarkoitus on yleensä pitää liitettävät osat paikoillaan puristusvoimien siirtyessä kosketuksella suoraan toiselle pinnalle. Puuliitosten suunnittelu on vaativampaa kuin teräслиitosten suunnittelu. (Puuproffa 2021.)

Liitokset jaetaan hyväksymismenettelyn perusteella kolmeen pääryhmään:

Normitetut liitokset, joille normeissa on määriteltä ohjeet ja arvot ja joita kuka tahansa voi valmistaa. Erikoisselvityksen vaativat liitokset, jotka eivät ole normien mukaisia ja joilta voidaan vaatia asiantuntijan lausunto. Luvanvaraiset liitokset, joiden valmistustekniikalle, –olosuhteille ja –laitteille asetetaan suuret vaatimukset. Liitokset ovat tapana jaotella fyysikaalisen toimintansa mukaan, joko mekaanisiin liitoksiin ja liimaliitoksiin tai valmistusteknisesti lapa- ja puskuliitoksiin. (Puuproffa 2021.)

3.3.1 Naula- ja pulttiliitos

Liitostyyppinä naulaliitos on vahva ja se on yleisin liitos kevyissä ja toissijaisissa rakenteissa. Erilaisia naulatyyppejä on kehitetty liitoksiin paremman pidon lisäämiseksi. Tällä tavalla vanhaa liitostyyppiä on voitu kehittää lisää. (Puuproffa 2021.)

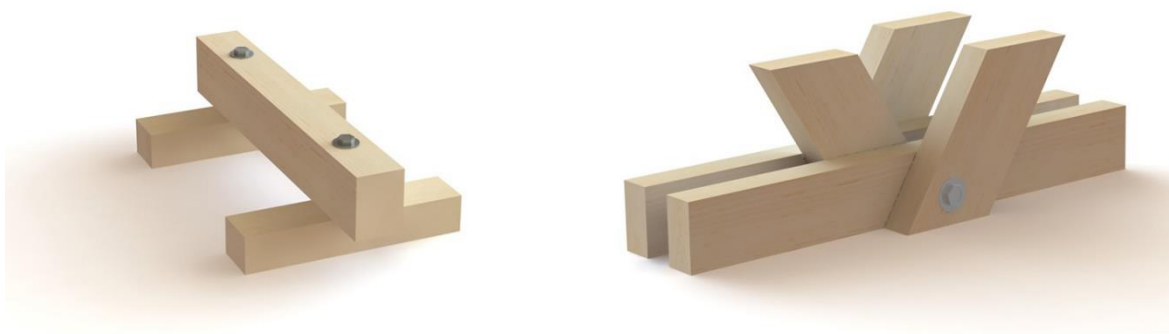


Kuva 1. Naulaliitos (Puuproffa 2021)

Kuvassa on erilaisia naulaliitoksia (Kuva 1). Naulaliitoksia voi soveltaa monella tavalla, siksi kyseistä liitostekniikkaa on helppo käyttää.

Kun liitoksen jäykkyydelle ei aseteta vaatimuksia, järeissä rakenteissa käytetään pultteja eli mutteriruuveja. Niitä käytetään pitämään rakenneosat paikoillaan voimien siirtyessä puusta pintapuristuksella eteenpäin. (Puuproffa 2021.)

Kuvassa on liitoksia, joihin on käytetty pultteja (Kuva 2). Pultit pitävät kappaleet kiinni toisissaan, mutta pulttiliitos ei ole jäykkä.



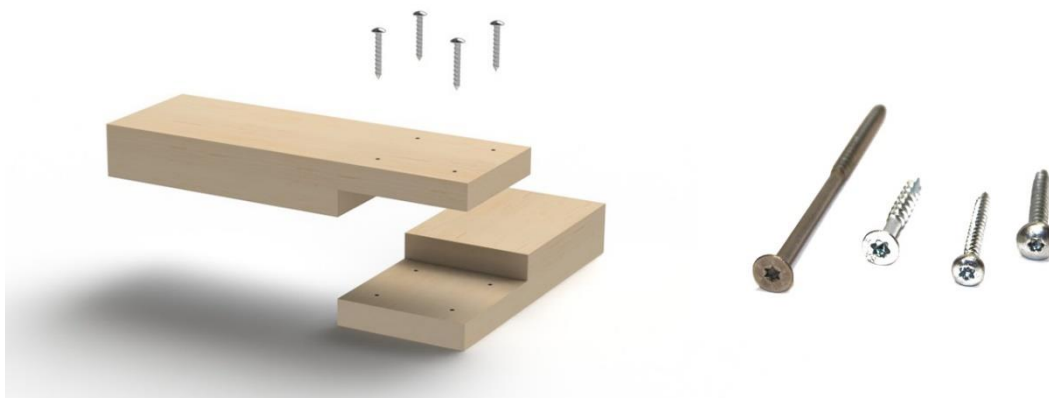
Kuva 2. Pulttiliitos (Puuproffa 2021)

3.3.2 Ruuviliitos

Teräsosien kiinnitykseen kantavissa rakenteissa käytetään lähinnä puuruuveja ja kansiruuveja. Järeissä rakenteissa käytetään yleensä kuusioruuveja, joissa liitin ei voi tunkeutua koko rakenteen läpi tai ei tarvitse tunkeutua läpi ja joissa siirrettävät voimat ovat pieniä. Kuvassa esimerkkejä ruuveista (Kuva 3). (Puuproffa 2021.)

Ruuviliitos on hyvin kestävä ulos vedettäessä syyn vastaisesti, mutta heikko syyn suuntaisesti. Kun vertaa esimerkiksi lastulevyä ja vaneria, on vaneri rasituskestävyydeltään ruuviliitoksessa selvästi parempi. Jos ruuvi reiässäään pääsee liikkumaan, reikä laajenee ja liitos löystyy, se narsisee, eikä kiinnitys ole enää niin pitävä. (Puuproffa 2021.)

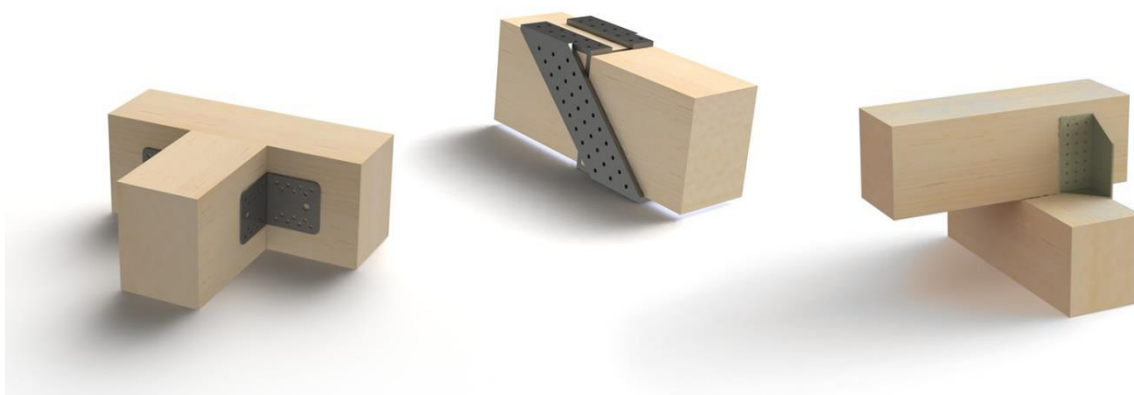
Kun ruuvia kiinnitetään, se porautuu puuhun, jolloin se pyrkii halkaisemaan puuta. Tämän vuoksi käytetään usein esiporausta. Sillä löydetään ruuville myös tarkka paikka, mikä etenkin kokoonpanossa on hyvin tärkeää. Esiporaus helpottaa myös ruvin sisään uppoamista ja sen kiertoa. Sopivaporanterän halkaisija esiporaukseen on 0.7 x ruvin halkaisija. (Puuproffa 2021.)



Kuva 3. Ruuviliitos ja erilaisia käytettäviä ruuveja (Puuproffa 2021)

3.3.3 Metalliset muotokiinnikkeet (pilari- ja palkkikenkä)

Metalliset muotokiinnikkeet korvaavat työmaalla tehtäviä liitoksia, kuten loveuksin tehtäviä puuliitoksia ja vinonaulauksia. Edellä mainitut liitostekniikat ovat hitaita tehdä ja vanhan aikaisia. Metalliset muotokiinnikkeet soveltuvat pienten pilareiden, palkkien ja kattovasojen liittämiseen. (Puuproffa 2021.)

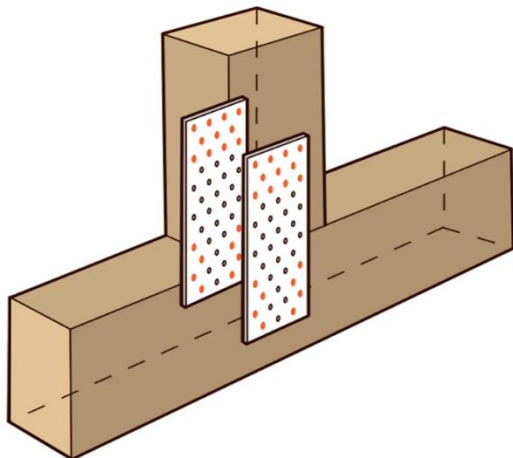


Kuva 4. Metalliset muotokiinnikkeet (Puuproffa 2021)

Metallisia muotokiinnikkeitä on erilaisia, kuten kuvassa näkyy (Kuva 4). Erilaiset kiinnikkeet soveltuvat monenlaisiin liitoksiin.

3.3.4 Naulalevy ja piikkilevy

Kuvassa näkyvät naulalevyt ovat metallisia levyjä, joissa on reikiä (Kuva 5). Reikiin lyötävät naulat kiinnittävät levyn puuhun, jolloin levy sitoo toisiinsa puut. Niitä käytetään pareittain symmetrisesti liitettävien puiden molemmille puolille. (Tee itse 2020.)



Kuva. 5. Naulalevy (Tee itse 2020b)

Piikkilevy on metallinen levy, johon on hitsattu piikit, tai levystä läpi prässäämällä, jolloin terävät piikit jäävät pystyyn. Levyä lyödään vasaralla, jolloin piikit uppoavat puuhun ja piikkilevy liittää puut yhteen. Nämä soveltuvat käytettäväksi erikoisen järeisiin rakenteisiin.



Kuva 6. Piikkilevy (Tee itse 2020a)

Kuvan piikkilevyn piikit uppoavat helposti puuhun, tehden siitä kestävästi liitoksen, joka on nopea kiinnittää (Kuva 6).

4 Jyrsitty puuliitos

4.1 Valmistaminen

Jyrsityllä puuliitoksella on korvattu metallinen palkkikenkä. Käyttötapa ja käyttökohteet ovat molemmilla samat. Loviliitoksella ”palkkikenkä” on tehty liitettävään kappaleeseen, ilman ulkoista palkkikenkää.

Jyrsitty puuliitos on yläjyrsimellä jyrsitty lovi jyrsinmallinnetta apuna käyttäen. Kyseisellä liitoksella korvataan metallinen palkkikenkä, naulalevy tai piikkilevy.



Kuva 7. Jyrsinmallinne eli jigi ja sen kiinnitys

Yläpuolella olevassa kuvassa jigi kiinnitetään paikoilleen, jotta sen avulla voidaan jyrsiä tasku lankulle. Lovi jyrsitään työmaalla (Kuva 7). Yhden loven tekemiseen aikaa menee noin minuutti, kun mukaan lasketaan jyrsin mallinteen kiinnittäminen ja irrottaminen.



Kuva 8. Jyrsittylovi, puuliitoksen ensimmäinen osa

Kuvan taskuja voidaan tehdä kerralla koko lankun mitalta. Ensiksi taskut mitataan tarkasti oikeisiin kohtiin, jotta liitettävät lankut tulevat oikeaan kohtaan (Kuva 8).



Kuva 9. Valmis puuliitos ja liitoksen toinen osa paikoillaan

Kuten kuvasta näkee, loveen on liitetty toinen osa liitoksesta (Kuva 9). Liitos ei ole pelkäänsä puuta. Jotta "puisesta palkkikengästä" tulee pysyvä, pitää se kiinnittää vielä seitsemällä rosterinaulalla. Naulat voidaan myös korvata ruuveilla. Naulojen ansiosta kuvan pystyssä oleva puu ei pääse luistamaan pois lovestaan ja näin ollen liitos on kestävä.

4.2 Hyödyt ja haitat

Hyötyjä tarkastellessa niitä on enemmän kuin haittoja. Ominaisuuksiltaan taskuliitos on monipuolinen ja, siksi sitä voidaan käyttää monella eri tapaa. Se on helppo ja nopea valmistaa työmaalla. Sen valmistamiseen ei tarvitse kalliita työkaluja, vain käsijyrsin ja pala vaneria, josta tekee jigin jyrsimelle. Tämä tarkoittaa, että kyseinen menetelmä on kustannustehokas. Valmiina liitos on huomaamaton ja esteettisesti hyvän näköinen, eikä mitään ylimääräisiä "häkkyröitä" jää näkyville. Puun kastuessa se turpoo, jolloin liitoksesta tulee tiukempi ja pysyvämpi.

Puuliitoksella on myös **Haittoja**. Liitos ei välttämättä ole niin kestävä. Puu voi kuivuessaan alkaa halkeilemaan, jolloin se heikentää liitosta. Kun puu on halkeillut, se lohkeaa helposti

saadessaan massaa liitoksen päälle. Taskua jyrsiessä lankku ohenee loven kohdalta, joten se heikentää lankkua liitoskohdalta. Onkin hyvin tärkeää jyrsiessä, ettei jyrsi liian syvää lovea. Jos oksankohta osuu liitokseen, se voi haljeta helposti. Haitat liittyvät vain kestävyys- ja pitkäikäisyyteen. Käyttökohteiden rajallisuus voidaan lukea haitaksi, liitoksen yksinkertaisuuden vuoksi.

4.3 Käyttökohteet

Jyrsittyä loviliitosta voidaan käyttää melkein mihin vaan, jossa halutaan lähes näkymätön liitos, jonka liitettävät osat ovat kohtisuorassa toisiinsa nähden. Se on sopiva kaikenlaisissa runkorakenteissa, kuten terassinrungossa, joka on esimerkki käyttökohteeni. Pitää kuitenkin muistaa, että kyseinen liitos sopii kevyisiin rakennelmiin.

Käyttökohteita rajoittaa kohtisuoraan liitettävät osat. Rajoituksia tulee myös siinä, kuinka suuret voimat kohdistuu liitokseen.

5 Metallinen palkkikenkä

5.1 Ominaisuudet

Palkkikengillä voidaan kiinnittää puuta toiseen puuhun tai puuta betoniin/tiileen. Palkkikengässä on monta reikää eri käyttötarkoituksiin. Niistä voidaan käyttää naulan/ruuvireikiä tai pultinreikiä, käyttötarkoituksesta riippuen. Kiinnitettävästä rakenteesta riippuen kaikkia reikiä ei tarvitse käyttää. (Puuproffa 2021.)



Kuva 10. Palkkikenkä (K-Rauta 2021)

Palkkikenkä on valmistettu ruostumattomasta teräksestä, jonka vuoksi se sopii käytettäväksi ulkotiloihin (Kuva 10).

5.2 Käyttötapa

Palkkikenkää käytetään samoin kuin loviliitosta. Palkkikenkä kiinnitetään nauloilla tai ruuveilla kiinni kappaleeseen ja toinen kappale tulee kengän päälle niin sanotusti lepäämään, joka kiinnitetään sivussa olevista naulausrei'istä kiinni. Palkkikenkä on helppo ja hyvä keksintö. (Puuproffa 2021.)

6 Kustannusarvion laatiminen

Kustannusarviossa lasketaan yhteen kustannukset, jotka urakka sisältää. On tärkeää, että hinnat on eritelty yksityiskohtaisesti arvioon, jotta kulurakenne on mahdollisimman selkeä. (Duuers 2020.)

Kustannukset jaetaan eri kategorioihin, joita tässä tapauksessa ovat

- materiaalikustannukset
- tarvikkekustannukset
- työntekijöiden ja työn kustannukset
- taitteistokustannukset

(Duuers 2020).

Edellä mainittujen kategorioiden pohjalta tehdään kustannusarvio.

7 Kustannusvertailu – metallinen palkkikenkä – jysitty palkkikenkä

7.1 Työntekijöiden kustannukset

Yritys velottaa asiakkaalta 52,00 € / h sisältäen verot. Palkkikengän paikalleen mitoittaminen ja kiinnittäminen vie aikaa noin kaksinkertaisen määrän verrattuna jysittyyn ”palkkikenkään”. Yhden taskun jysittämiseen aikaa kuluu noin 1 minuutti. Jysittyjen taskujen takia koko terassin koron ja ristimitan määrittäminen tapahtuu paljon nopeammin, kuin palkkikenkien kanssa. Tunnissa (60 min) on mahdollista jysittää 60 kpl taskuja, kun vastaavasti tunnissa saa laitettua 30 kpl palkkikenkiä paikoilleen.

Johtopäätökset ovat, että työntekijäkustannukset ovat 2 kertaa kalliimmat metallisia palkkikenkiä käytettäessä kuin jysittyjä taskuja tehdessä.

7.2 Materiaalikustannukset

Palkkikenkä, jota yritys käytti ennen jysittyä taskua, oli Palkkikenkä Paslode ulkopuolinen 48x86mm 90–125 mm palkille. Hinta oli kustannusvertailua tehdessä 1,69 € / kpl (K-Rauta 2021c)

Ruuvi, jota käytetään palkkikenkien kanssa, on Yleisruuvi PROF kupukanta rst A2 T20 4x30 200kpl. Hinta oli kustannusvertailua tehdessä 13,95 € / paketti. (K-Rauta 2021b) Kulutus 12 kpl yhtä palkkikenkää kohden.

Runkonaulat, joita käytetään taskuliitoksiin, on Runkonaula 90x30,1 mm A2 kampa 500kpl, näitä menee 7 kpl per liitos. Hinta oli kustannusvertailua tehdessä 90,00 € / paketti. (Stark 2021)

Puumateriaali runkoihin on molemmissa samaa, joka on yleensä Sahattu 50x150 ST kuusisahatavaraa. Hinta kustannusvertailua tehdessä 6,45 € / m. (K-Rauta 2021b) Terassilauta on asiakaskohtainen ja asiakkaan toiveen mukainen. Puutavaralla ei ole vaikutusta kustannusvertailussa loppuhintaan, sillä molemmilla menetelmillä on sama puumateriaali.

7.3 Tarvikekustannukset

Tarvikkeeksi vertailussa voi laskea **jysinterän**, jolla jysitään taskut lankkuun. Yrityksen käyttämä 12 mm terän hinta oli kustannusvertailua tehdessä 16,00 € / kpl. (IKH 2021) Terällä tekee tehokkaasti noin 60 kpl taskuja, jonka jälkeen terä on kulunut ja se pitää vaihtaa uuteen terään. Lisäksi tarvikkeisiin kuuluu **jysinmallinne**, jonka voi tehdä ylijäämä vaneista ja ruuveista. Jysinnässä apuna käytettävän mallinteen toimeksiantaja on tehnyt itse.

Hinta-arvioksi suunnitteluun, toteutukseen ja materiaaleihin hinta on noin 150,00 €. Jigiä voi käyttää myös muissa projekteissa, joten sen hintaa ei voi jyvittää yhteen urakkaan. Tarvikekustannukset tulevat pelkästään jyrsettyn liitokseen.

7.4 Laitteistokustannukset

Laitteistokustannukset ovat tässä tapauksessa alkukustannuksia. Koneita, jotka on jo ostettu yrityksen toimintaan ennekuin urakasta on sovittu, voidaan näiden hinta sisällyttää henkilökustannuksiin (52,00 € / h). Koneet kuluu käytettäessä ja niitä pitää hankkia uusia aika ajoin.

Koneet ja niiden kustannukset:

- Paineilmakompressorin runkonaulaimen käyttöön (SENCO AC4505). Hinta kustannusvertailua tehdessä oli 199,00 €. (Motonet 2021b)
- Runkonaulain (SENCO FP601ST PRO-Series), jolla jyrsettyn liitokseen ammutaan naulat liitoksen kiinni pysymisen vuoksi. Hinta kustannusvertailua tehdessä oli 369,00 € (Motonet 2021a)
- Yläjyrsin, jolla jyrsetään tasku lankkuun (Makita RP0900J 900W). Hinta kustannusvertailua tehdessä oli 139,00 €. (Kärkkäinen 2021)

8 Mallikohde ja sen kustannusvertailu

Kustannusvertailu on tehty opinnäytetyön kuudennen luvun kategorioita apuna käyttäen ja vertaillessa on käytetty rautakauppojen ja rakennustarvike liikkeiden hintoja. Toimeksiantajani on käyttänyt muutamaa rautakauppaa / liikettä ostaessaan raaka-aineita, työkaluja tarvikkeita.

Kuvassa on mallikohde eli toimeksiantajani urakkakohde, jota käytin työssä vertailukohteenä (Kuva 11). Työnä oli valmistaa terassi asiakkaalle jysintä menetelmällä. Terassin pinta-ala on noin 40 m². Seuraavassa vertailen kahden eri menetelmän kustannuksia. Menetelminä on jysitty taskuliitos ja metallinen palkkikenkä.



Kuva 11. Mallikohteen terassin runko liitoksineen

Terassin runkoihin tehtiin 72 kpl jysimellä taskuja (Kuva 11). Kun lankkuja kiinnitetään, tarvittu naulojen määrä on 7 kpl per liitos, eli 504 naulaa. Kun nauloja menee 504 kpl, niin 500 naulan paketti riittäisi, jolloin hinnaksi tulisi 90,00 €. Kuluvia materiaaleja on jysinterä. Yhdellä terällä jysii 60 taskua, eli kustannuksiin on lisättävä 2 terää, jolloin hinnaksi tulee

32,00 €. Aikaa menee noin minuutti 1 taskun jysyntään, joten tässä tapauksessa 72 taskun tekemiseen menee 72 minuuttia (1 h 20 min).

Metallisella palkkikengällä toteuttamalla palkkikenkiä olisi tarvittu 144 kpl. Palkkikenkien hinnaksi tulisi 243,36 €. Lisäksi ruuveja tarvitaan 12 kpl per palkkikenkä, yhteensä 1728 ruuvia. Kyseisiä ruuveja myydään 200 kappaleen paketissa, eli paketteja olisi tarvittu 9 pakettia. Neljälle paketille hinnaksi tulisi 125,55 €. Palkkikenkien kiinnittäminen vie aikaa 2-kertainen aika kuin lovien jysimisessä, eli noin 2 min. Yhteensä 72 palkkikenkään aikaa kuluu noin 144 min (2 h 14 min).

Kohteen toteuttaminen jysityllä liitoksella: Naulat maksavat 90,00 €, jysinterät maksavat 32,00 € ja aikaa kuluu taskujen tekemiseen 1 h 20 min. Lisäksi tarvitaan koneet, jotka ovat alkuinvestointeja, mutta niitä ei voida laskea suoraan kustannuksiin vertailtaessa menetelmiä. Summa on 122,00 €.

Kohteen toteuttaminen metallisella palkkikengällä: Palkkikengät maksavat 243,36 €, ruuvit maksavat 125,55 € ja palkkikenkien kiinnittämiseen aikaa kuluu 2 h 14 min. Lisäksi koneet, jotka ovat alkuinvestointeja, mutta ei niitä voida laskea suoraan kustannuksiin vertailtaessa menetelmiä. Summa on 368,91 €.

Karkeasti laskettuna puinen liitos on selvästi halvempi kuin metallinen palkkikenkä, kun vertaillaan materiaalikustannukset ja työhön käytetty aika. Asiakkaan näkökulmasta lopputulos on sama, mutta loppuhinta paljon halvempi. Jos urakan tilaaja kilpailuttaa urakan monilla urakoitsijalla, voi tämä menetelmä voittaa kilpailun ihan pelkästään hinnalla.



Kuva 12. Mallikohteen valmis terassi

Kuvasta voi nähdä, että terassista ei päälle päin huomaa, että se olisi toteutettu eri tavalla, kuin olisi perinteisesti valmistettu metallisilla palkkikengillä (Kuva 12). Laadullisesti tällä menetelmällä rakennettu on ihan yhtä laadukas, kuin perinteisesti valmistettu.

9 Yhteenveto

Opinnäytetyön tekemisessä oli paljon haasteita. Tulosten kasaaminen yhtenäiseksi pakettiksi tuotti ongelmia. Välillä tietojen saannissa oli viiveitä, joka hidastutti omaa tekemistä. Aiheen toimeksiantaja on yrittäjä, eikä hänellä ole ylimääräistä aikaa omien töiden ohella antaa tietoa aiheesta. Tässä työssä olin paljon toiselta saatujen tietojen varassa, joita itse sovelsin ja sitä kautta tein tutkimusta. Aihealue oli suppea ja siitä saatavaa tietoa vähän, joka vaikuttaa työn kokonaisuuteen.

Opinnäytetyötä tehdessä opin puurakentamisesta ja kuinka paljon on mahdollista soveltaa ja keksiä uutta. Aina ei tarvitse tehdä asioita niin kuin muut tekisi. Opin millaista on olla yrittäjä ja millaista on pitää kaikki asiat järjestyksessä. Työtä tehdessä sain hyviä vinkkejä työelämään.

Aihe oli minulle uusi, enkä tiennyt kuinka helpolla metallinen palkkikenkä voidaan korvata ja kuinka saadaan asiakkaalle rahallisesti iso hyöty. Tämän opinnäytetyön perusteella voidaan asiakkaalle osoittaa selvästi halvempi ja nopeampi vaihtoehto terassin valmistukseen.

Lähteet

Duurs. 2021. Kustannusarvio. Viitattu 20.11.2021. Saatavissa <https://www.duurs.com/fi/blog/tarjouksen-tekeminen/kustannusarvio-8-tarkeinta-ominaisuutta>

IKH. 2021. Jyrsinterä 12 mm. Viitattu 19.11.2021. Saatavissa <https://www.ikh.fi/fi/jyrsintera-12mm-xws006-12>

Isomäki, O & Koponen, H. 2004. Puun ominaisuudet. Viitattu 1.9.2021. Saatavissa http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/puutuoteteollisuus/raaka-aineet/puuaineen_ominaisuuksia/index.html

Isomäki, O & Koponen, H. 2004. Puulajit ja käyttökohteet. Viitattu 1.9.2021. Saatavissa http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/puutuoteteollisuus/raaka-aineet/puulajit_ja_kayttokohteet/index.html

Jyväskylän yliopisto. 2015. Määrällinen tutkimus. Viitattu 22.11.2021. Saatavissa <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/metelmapolkuja/metelmapolku/tutkimusstrategiat/maarallinen-tutkimus>

Jääskeläinen, J. 2021. Hallituksen puheenjohtaja Souvi Group Osk. Haastattelu 15.4.2021.

K-Rauta. 2021a. Sahattu 50x150 ST. Viitattu 19.11.2021. Saatavissa <https://www.k-rauta.fi/tuote/sahattu-50x150-st/6410400430514>

K-Rauta 2021b. Yleisruuvi PROF kupukanta rst A2 T20 4x30 200kpl. Viitattu 19.11.2021. Saatavissa <https://www.k-rauta.fi/tuote/yleisruuvi-prof-kupukanta-rst-a2-t20-4x30-200kpl/6438313503729>

K-Rauta 2021c. Palkkikenkä Paslode ulkopuolinen 48x86mm 90-125mm palkille Powerline 212903. Viitattu 19.11.2021. Saatavissa <https://www.k-rauta.fi/tuote/palkkikienka-paslode-ulkopuolinen-48x86mm-90-125mm-palkille-powerline-212903/5709452136316>

Kärkkäinen. 2021. Makita RP0900J 900W yläjyrsin. Viitattu 19.11.2021. Saatavissa <https://www.karkkainen.com/verkkokauppa/makita-rp0900j-900w-ylajyrsin>

Motonet. 2021a. SENCO FP601ST PRO-Series runkonaulain 34° 50-90 mm. Viitattu 19.11.2021. Saatavissa <https://www.motonet.fi/fi/tuote/7004254/SESCO-FP601ST-PRO-Series-runkonaulain-34-50-90-mm>

Motonet. 2021b. SENCO AC4504 erittäin hiljainen paineilmakompressori 4 l. Viitattu 19.11.2021. Saatavissa <https://www.motonet.fi/fi/tuote/7004250/SESCO-AC4504-erittain-hiljainen-paineilmakompressori--4-l>

Puuproffa. 2021. Liitosten arkki. Viitattu 18.8.2021. Saatavissa <https://puuproffa.fi/liitosten-arkki/#>

Souvi Group Osk. 2021. Souvi Group Osk. Viitattu 20.11.2021. Saatavissa <https://souvi.fi/osuuskunta/>

Stark. 2021. Runkonaula 90x3,1 mm A2 kampa 500 kpl. Viitattu 19.11.2021. Saatavissa <https://www.stark-suomi.fi/fi/runkonaula-90x3-1-mm-a2-kampa-500-kpl>

Tee itse. 2020a. Piikkilevy. Viitattu 13.8.2021. Saatavissa <https://teeitse.com/materiaalit/naulauslevyt-ja-vanteet>

Tee itse. 2020b. Naulalevy. Viitattu 13.8.2021. Saatavissa <https://teeitse.com/materiaalit/naulauslevyt-ja-vanteet>

