

Markus Paavilainen

# PUURAKENTAMISEN HAASTEET JA KAN- NUSTIMET SUOMESSA

Kandidaatintyö  
Rakennetun ympäristön tiedekunta  
Tarkastaja: Taija Puolitaival  
Tammikuu 2024

# TIIVISTELMÄ

Markus Paavilainen: Puurakentamisen haasteiden ja mahdollisuuksien vaikutusten arviointi  
Kandidaatintyö  
Tampereen yliopisto  
Rakennustekniikka  
Tammikuu 2024

---

Tutkimuksessa syvennyttään puurakentamisen nykytilanteeseen Suomessa, arvioidaan alan sisäisten ja ulkoisten haasteiden vaikutusta ja sekä pohditaan tulevaisuuden mahdollisuuksia. Ulkoisista haasteista puhuttaessa tarkastellaan koronaviruksen aloittamaa tapahtumaketjua ja sen vaikutuksia rakennusalaan. Koronaviruksen lisäksi rakennusala on koetellut viime aikoina muun muassa toimitusvaikeudet, korkea inflaatio, Ukrainan sota ja nousseet energian hinnat. Työn päätavoitteena oli tarkastella näiden tekijöiden vaikutusta puurakentamiseen.

Päätavoitteen ohella tavoitteena oli tutustua kerrostalotyömaiden suhteelliseen uuteen tulokaaseen, puurakentamiseen ja tarkemmin avata mitä kaikkea käsite kattaa. Puurakentamisella itsessään tarkoitetaan rakennuksia, joiden kantava runko on tehty puusta. Mahdollisia runkoratkaisuja on lukuisia, mikä tarjoaa lukuisia erilaisia lopputuloksia. Kerrostalon runkoratkaisuna puun käyttäminen on yleistynyt vasta lähivuosina, vaikka muita puisia rakennuksia on tehty jo kauan aikaa. Puurakentamisen suosion nousu voidaan selittää kasvaneella huolella ilmastonmuutoksesta. Rakennusallalla pyritään vastaamaan ilmastonmuutokseen laskemalla rakennetun ympäristön kokonaispäästöjä, johon puurakentaminen mielletään parhaana vaihtoehtona.

Suurten globaalien haasteiden lisäksi tavoitteena oli tutkia sisäisten haasteiden vaikutusta puurakentamiseen, mitkä voidaan karkeasti jakaa puun rakenteellisiin haasteisiin ja ilmiön uutuudesta johtuviin ongelmiin. Rakenteellisten ongelmien osalta työssä tutkittiin puukerrostalojen paloturvallisuutta, kosteusongelmia ja painumia. Uuden ilmiön luomista ongelmista puhuttaessa tutkitaan pääasiassa tekijöiden vähyydestä mahdollisesti aiheutuvia ongelmia. Tuottajien alhaisen määrän myötä ulkomailta tilaaminen voi olla väistämätöntä, kuten TOAS:in hippoksessa. Sen lisäksi tutkittiin tilannetta, jossa tarjonta ei riittäisi vastaamaan kysyntään.

Tutkimuksessa suoritettiin myös puu- ja betonikerrostalojen vertailua. Vertailussa käytettiin apuna Turussa rakennettujen Kirsikka- ja Kide-talojen rakentamisen yhteydessä tehtyä tutkimusta, josta saatiin selvitettyä suuntaa antavat kustannus- ja päästöerot. Lukujen selvittämisen lisäksi tutkittiin syitä lukujen taustalla.

Avainsanat: Puurakentaminen, Inflaatio, Covid-19, Vähähiilisyys, hiilidioksidipäästöt, Ukrainan sota

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Opinnäytteessäni käytetyt tekoälytyökalut ja niiden käyttötarkoitukset on kuvailtu alla:

Työkalun nimi (ja versio): ChatGPT 3.5

Käyttötarkoitus ja osio, jossa työkalua käytettiin: Työkalua käytettiin lähdeluettelon järjestämiseen ja oikolukuun.

Olen tietoinen siitä, että olen täysin vastuussa koko opinnäytteeni sisällöstä, mukaan lukien tekoälyllä tuotetut osat, ja hyväksyn vastuun mahdollisista julkaisueettisten normien rikkomuksista.

# SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO .....	1
2. PUURAKENTAMINEN .....	3
2.1 Puukerrostalojen runkoratkaisut.....	3
2.2 Hybriditalot .....	8
3. PUURAKENTAMISEN HAASTEET .....	9
3.1 Puurakentamisen globaalit ulkoiset haasteet .....	9
3.1.1 Covid-19:n vaikutus rakennusalaan .....	9
3.1.2 Ukrainan sodan vaikutukset rakennusalaan .....	12
3.2 Puurakentamisen sisäiset haasteet .....	16
3.2.1 Puurakentamisalan haasteet.....	17
3.2.2 Puurakentamisen rakennetekniset rajoitteet ja haasteet .....	18
4. PUURAKENTAMISEN TALOUDELLISET HAASTEET JA KANNUSTIMET .....	20
4.1 Hiilidioksiditonin hinta .....	20
4.2 Taloudelliset kannustimet .....	21
5. JOHTOPÄÄTÖKSET .....	22
LÄHTEET .....	25

# KUVALUETTELO

<i>Kuva 1: Rankarakenteen havainnekuva (Puuinfo)</i> .....	4
<i>Kuva 2: CLT-järjestelmän havainnekuva (Puuinfo 2023)</i> .....	5
<i>Kuva 3: Pilari-palkkijärjestelmän havainnekuva (Puuinfo)</i> .....	6
<i>Kuva 4: Puurakenteinen tilaelementti (Puuinfo 2020b)</i> .....	7
<i>Kuva 5: Pelkistetty hirsirakenne (Puuinfo)</i> .....	7
<i>Kuva 6: Asuntokaupan kysyntä vuonna 2020 (Lehtinen 2021)</i> .....	10
<i>Kuva 7: Kysyntäinflaatio (Pekkarinen &amp; Sutela 2000)</i> .....	12
<i>Kuva 8: Jalostettujen öljytuotteiden hintakehitys (Tilastokeskus)</i> .....	13
<i>Kuva 9: Sähkönhinta [Snt/kWh] (Tilastokeskus)</i> .....	14
<i>Kuva 10: Teräksen tuonti Ukrainasta ja Venäjältä (Tulli)</i> .....	15
<i>Kuva 11: Kuluttajahintaindeksi (Tilastokeskus)</i> .....	16
<i>Kuva 12: Puutalojen valmistajat Suomessa (Tilastokeskus, tilinpäätöstilasto)</i> .....	17

# 1. JOHDANTO

Rakennusala Suomessa on viime vuosina ollut koetuksella. Pandemian aiheuttama COVID-19-kriisi aloitti vuonna 2020 ketjureaktion, jonka jälkeen Suomi on kohdannut lukuisia taloudellisia ja geopoliittisia ongelmia. Näihin haasteisiin lukeutuvat energian hinnan nousu, materiaalipulan vaikutukset, Venäjän hyökkäys Ukrainaan, korkea inflaatio ja talouden taantuma. Kuitenkin yksi näiden haasteiden rinnalla nouseva huolenaihe on ilmastomuutos.

Ilmastomuutos on globaali huolenaihe, jonka pysäyttäminen vaatii mittavia toimenpiteitä. Rakennusala tulee olemaan keskeisessä asemassa tämän ongelman ratkaisussa, etenkin Suomessa, sillä vuonna 2018 pelkästään rakennusten energian kulutus sekä korjaus- ja uudisrakentaminen tuottivat kasvihuonekaasuja 19 miljoonan tonnin edestä (Häkkinen & Vares 2018, s. 52). Vuosittaisten kokonaispäästöjen ollessa 45,8 miljoona tonnia muodostavat pelkästään rakennukset 42,2 %:a koko luvusta, joten on lähes itsestään selvää, että rakennettu ympäristö tulee olemaan suuressa roolissa kasvihuonekaasujen määrän pienentämisessä (Tilastokeskus 2023).

Rakentamisen ympäristöystävälliset ratkaisut ovat nykyään entistä näkyvämpiä katukuvassa, kun puukerrostalojen määrä on kasvanut huomattavasti. Ilmiö näkyy lukuisina suurina hankkeina, kuten Tampereen opiskelija-asuntosäätiön Hipposkorttelina, joka on suunniteltu kokonaan puurakenteisena käyttäen CLT-elementtejä (TOAS & Puuinfo 2022a). Hipposkorttelin lisäksi Tampereella on toteutettu muitakin suuria hankkeita, kuten vuonna 2022 valmistunut Vuoreksen kuusikko (Puuinfo 2022b). Ympäristöystävällisten valintojen tekeminen monimutkaistuu huomattavasti, kun otetaan huomioon taloudelliset, geopoliittiset ja ympäristölliset haasteet. Rakennusala kohtaa poikkeuksellisen vaativan tehtävän, jossa on sovittava yhteen kestävät ja ympäristöystävälliset ratkaisut ulkoisten tekijöiden kanssa.

Tutkimuksen taustalla on oma henkilökohtainen kokemukseni, sillä olen asunut puukerrostalossa noin 1,5 vuoden ajan. Puukerrostalot ovat suhteellisen uusi ilmiö verrattuna betonirakenteisiin, jotka ovat hallinneet rakennusalaan vuosikymmenten ajan. Tämä on herättänyt mielenkiintoni puurakentamista kohtaan ja antanut aiheita tutkia, kuinka ympäristöystävällisten vaihtoehtojen suosio kehittyy vallitsevien poikkeusolosuhteiden myötä.

Tutkimuksen päätavoitteena on tutkia, miten viime vuosien globaalit haasteet ovat vaikuttaneet puurakentamiseen. Päätavoitteen ohella tutkimuksessa vastataan seuraaviin alatutkimuskysymyksiin:

- Mitä puurakentaminen on?
- Millaisia ulkoisia ja sisäisiä haasteita puurakentamisella on?
- Mitkä ovat keskeiset taloudelliset esteet ja kannustimet puurakentamisen edistämisessä?

Tutkimus toteutetaan kirjallisuuskatsauksena, jonka tavoitteena on analysoida aiemmin julkaistua kirjallisuutta. Tarkoituksena on selvittää, miten vihreä rakentaminen voi menestyä ja sopeutua ulkoisiin haasteisiin. Tutkimus keskittyy pelkästään Suomen rakennusalaan. Tutkimuksessa vihreä rakentaminen rajataan käsittämään vähähiilisiä rakennuksia, eikä niinkään rakennusvaiheen ympäristöystävällisiä työmenetelmiä.

## 2. PUURAKENTAMINEN

Aalto-yliopiston tutkimuksen mukaan puurakentamisen merkittävämpi käyttö Euroopan uusien asuinrakennusten rakentamisessa voisi tarjota tehokkaan tavan vähentää hiilidioksidipäästöjä. Tutkimuksen tulosten perusteella, jos 80 prosenttia uusista asuinrakennuksista rakennettaisiin puusta, voitaisiin näillä rakennuksilla sitoa peräti 55 miljoonaa tonnia hiilidioksidia vuosittain. (Amiri et al. 2020) Täten puurakentamisella voi tulevaisuudessa olla merkittävä rooli hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä.

Vuosina 2019–2023 toimineen Antti Rinteen ja Sanna Marinin johtaman hallituksen yhtenä keskeisimpänä tavoitteena oli saada Suomesta hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä. Yhtenä keskeisimpänä ratkaisuna oli juuri puurakennuskannan lisääminen Suomessa. Hallituksen tavoitteena oli kaksinkertaistaa puurakennusten määrä hallituskauden aikana. Hallitus pohti jopa rahallisen avustuksen jakamista puukerrostalohankkeille, jotta niitä rakennettaisiin enemmän. (Ympäristöministeriö 2019) Taloudellisen tuen tarjoaminen oli merkki siitä, että ilmastotoimiin ollaan ryhtymässä tosissaan, eikä asia ole leikin aihe.

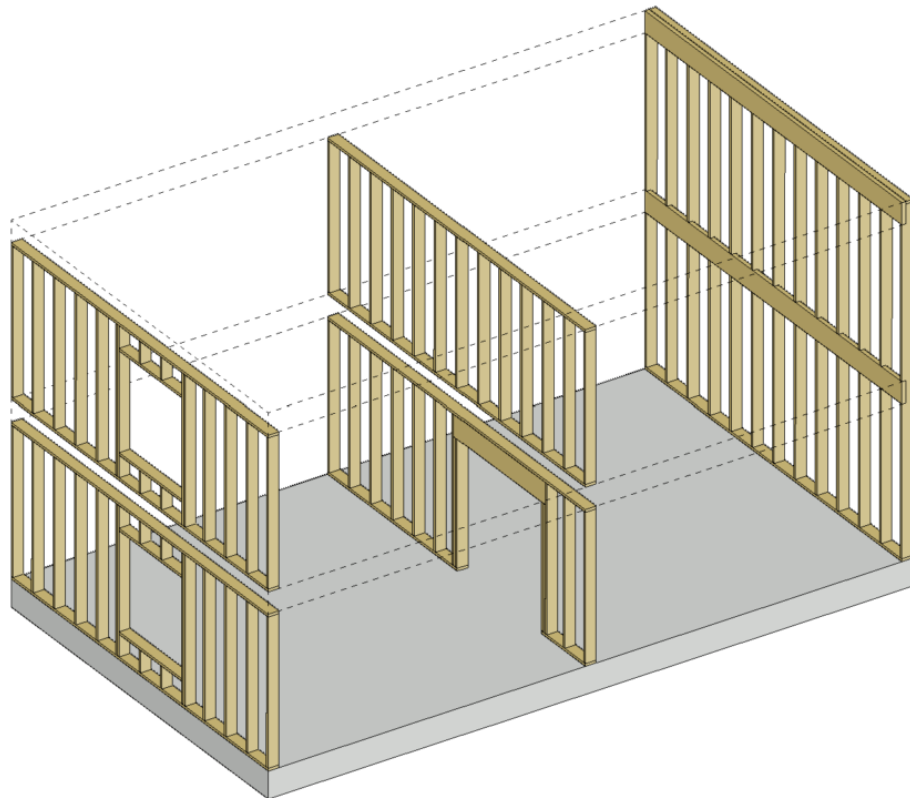
Puurakentaminen mielletään tehokkaana keinona hiilidioksidipäästöjen pienentämiseksi, sillä se kykenee tehokkaasti varastoimaan hiilidioksidia estäen sen vapautumisen ilmakehään. Puun kuivamassasta noin puolet koostuu hiilestä, mikä tekee siitä tehokkaan kasvihuonekaasujen sitojan rakennusmateriaalina (Soimakallio et al. 2021, s. 18). Puu kasvaessaan sitoo ilmasta hiilidioksidia toimien täten hiilinieluna. Niin kauan, kun puu on olemassa, on siihen sitoutuneena hiiltä, eikä se katoa mihinkään (Metsä Group). Hiilen säilyessä puussa sen koko elinkaaren ajan ei se täten katoa puuta uusiokäytettäessä. Vanhaa metsää voidaan harventaa, rakentaa kaadetusta puutavarasta hiilivarastoina toimivia kerrostaloja ja sitten myös istuttaa uutta metsää sitomaan lisää hiilidioksidia ilmasta.

### 2.1 Puukerrostalojen runkoratkaisut

Puukerrostalojen runkoratkaisuihin on useita erilaisia vaihtoehtoja, ja Suomessa on yleisesti käytössä 5 erilaista runkoratkaisua, jotka ovat ranka-, hirsi-, massiivipuurakenne, pilari-palkki- ja tilaelementtijärjestelmä. Seuraavaksi esitellään lyhyesti nämä eri järjestelmät.



Kuvassa 1 esitetty rankarakenne on yleinen runkoratkaisu, joka perustuu vahvoihin kantaviin seiniin. Tämän lisäksi järjestelmässä hyödynnetään asuntojen väliseiniä kuormien jakamisessa, ja niitä pitääkin olla erityisen tiheästi. Tämä järjestelmä on erityisen sopiva rakennuksiin, joissa seinien etäisyydet ovat 4–6 metriä. Runko voidaan tehdä joko sahatavarasta, liima- tai viilupuusta. Rankarakenteisen talon kerrosmäärä voi olla jopa 6, ja sen etuna on nopea pystytys, kunhan rakenteet suojataan sateelta. (Puuinfo 2020c)



**Kuva 1:** Rankarakenteen havainnekuva (Puuinfo)

Massiivipuulevy on myös hyvin yleinen runkoratkaisu Suomessa, ja sitä voidaan käyttää myös osassa rakenteista yhdessä rankarakenteiden kanssa, mutta sitä voidaan myös käyttää yksinään kantavana rakenteena. CLT eli Cross-laminated timber on yksi yleisimmistä massiivipuurakenteista, jonka toiminta perustuu ristikkäissuunnassa toisiinsa laminoituihin sahatavarakerroksiin, kuten kuvasta 2 voidaan huomata. Kerrokset ovat C24-lujuusluokan mänty- tai kuusisahatavaraa, ja niiden paksuus voi vaihdella 19–42 mm. Kerroksia pitää olla vähintään kolme kappaletta, jotta kantava rakenne saadaan muodostettua. CLT:n lisäksi on olemassa LVL eli viilupuusta tehty elementti. LVL valmistetaan 3 mm:n kuusiviiluja päällekkäin liimaamalla. Viilupuusta voidaan valmistaa 24–75 mm:n paksuisia rakenteita, joiden enimmäispituus voi olla jopa 25 metriä ja leveys 2,5

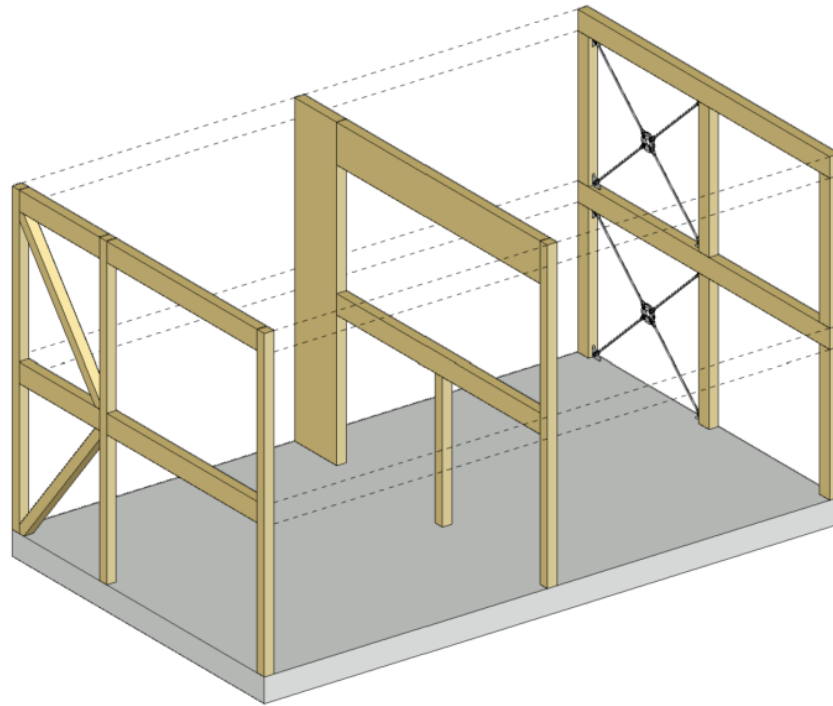
metriä. (Puuinfo 2020a) Lopullisen rakenteen pintaviimeistelyä voidaan säädellä käyttötarkoituksen mukaisesti, esimerkiksi näkyviin jäävien rakenteiden pinnat viimeistellään tyylikkääksi, kun taas piiloon jäävät pinnat eivät ole niin merkityksellisiä.

Massiivipuurakenteiden etu on laaja muokattavuus. Elementit tehdään tehtaalla suunnitelmien perusteella valmiiksi, eikä työmaalla tarvitse kuin asentaa elementit paikalleen. Levyt voidaan koneistaa CNC-koneilla, mikä takaa tarkat mitat ja nopean asennuksen. Massiivipuurakenne voi tarjota myös hyvän palo- ja äänieristyksen. (Puuinfo 2023a)



**Kuva 2:** CLT-järjestelmän havainnekuva (Puuinfo 2023a)

Kuvassa 3 näkyvä pilari-palkkijärjestelmän runko koostuu palkeista ja viilupuisista pila-reista. Tämä järjestelmä mahdollistaa suuret aukot julkisivuissa ja joustavat pohjaratkaisut. Väliseiniä ei järjestelmässä suunnitella kantavaksi, joka mahdollistaa hyvän muokattavuuden pohjaratkaisulle läpi elinkaaren. Yleensä järjestelmä suunnitellaan jäykistämään rakennusta, joko diagonaali- tai mastojäykisteillä. Pystyrakenteiden ollessa saman mittaisia rakenne ei altistu painumille, toisin kuin puurakenteet yleensä. Pilari-palkkijärjestelmällä toteutettava rakennus on säältä suojattuna jo parin rakentamispäivän jälkeen, joten kyseessä on todella nopearakenteinen runkoratkaisu. (Puuinfo 2020a)



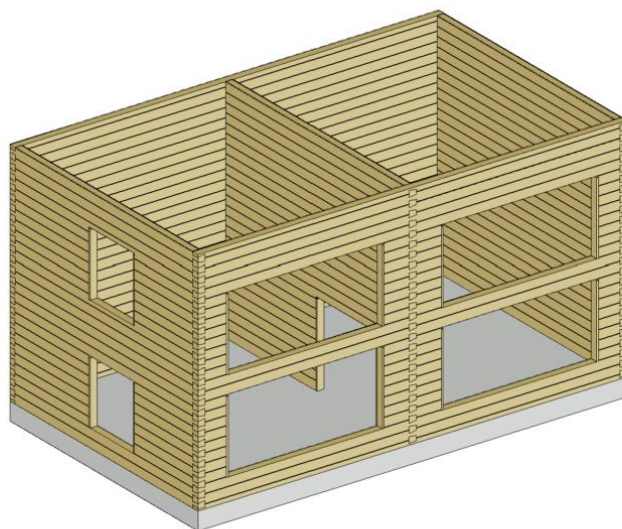
**Kuva 3:** Pilari-palkkijärjestelmän havainnekuva (Puuinfo)

Kuvassa 4 havainnollistettavassa tilaelementtijärjestelmässä rakennus pystytetään valmiiksi kootuista tilayksiköistä, jotka sisältävät esimerkiksi kantavan rungon, seinät, lattia, katon, ikkunat, LVIS-varustukset ja jopa kalusteet. Tilaelementit rakennetaan kaksoisrakenteiseksi käyttäen pilari-palkkitekniikkaa, kehärakennetta tai laattamaisia suurelementtejä, jolloin voidaan saavuttaa erinomainen ääneneristävyys. Yleensä tilaelementit ovat mitoiltaan 12 x 4,2 x 3,2 m:ä kuljetuskaluston koon luomien rajoitteiden vuoksi. Kokonsa puolesta elementit sopivat etenkin käytettäväksi pienasunnoissa ja asuntoloissa. Tilaelementeillä rakentaminen on erittäin nopeaa ja korkealaatuista. (Puuinfo 2020a)



**Kuva 4:** Puurakenteinen tilaelementti (Puuinfo 2020b)

Kuvasta 5 nähdään pelkistetty tyypillinen hirsirunko, jonka kantava runko on rakennettu lamellihirrestä, täten mahdollistaen pitkät jatkoskohdat. Hirsitaloa suunnitellessa on erityisesti huomioitava hirren ominaispiirteet, kuten painuminen ja puun halkeilu, jotka johtuvat puun elämisestä. Hirsitalossa sisäilman suhteellinen kosteus pysyy erittäin hyvänä, sillä hirsi pystyy imemään kosteutta kosteassa ympäristössä ja luovuttamaan sitä takaisin sisäilmaan, kun ympäristö on kuiva. (Puuinfo 2020d)



**Kuva 5:** Pelkistetty hirsirakenne (Puuinfo)

Pientalorakentamisessa hirsi on melko yleinen rakennusmateriaali, mutta kerrostaloissa sitä käytetään harvemmin. Vuonna 2023 Suomessa oli Puuinfon tilastojen mukaan noin 6 hirsi- tai hirsihybriditaloa (2023b). Tyypillisesti hirrestä rakennetaan loma-asuntoja, latoja ja varastoja. Kuitenkin viime vuosina on jo rakennettu muutamia hybriditaloja, joiden ulkoverhous on tehty hirrestä. Lisäksi Suomeen on suunnitteilla täyshirsinen kerrostalo Helsingin Oulunkylään (Rakennusteho 2022). Hankkeen onnistuminen määrittelee pitkälti tulevaisuuden hirsikerrostalojen Suomessa, jos hanke on onnistunut, niin voin uskoa tulevaisuudessa niitä olevan runsaasti enemmän.

## 2.2 Hybriditalot

Varsinaisten täyspuutalojen lisäksi Suomessa rakennetaan niin sanottuja hybriditaloja. Hybriditaloissa talon kantava runko toteutetaan teräsbetonisena ja talon julkisivu valmistetaan puusta. Kantava runko muodostuu teräsbetonista valmistetuista väliseinistä, joiden paksuus on 200 mm. Ala- ja välipohjat toteutetaan ontelolaattoja käyttäen tai paikallaan valaen. Väliseinien lisäksi rungon jäykistämiseen käytetään porrashuoneeseen liityvillä seinillä, hissikuilulla ja porrashuoneen laatala. (Valkama 2017)

Hybridirakentaminen on tutkimusten mukaan vain vähän kalliimpaa kuin betonirakentaminen. Joonas Niinimäen diplomityössä tekemän laskelman mukaan hybridirakentaminen olisi noin 3 %:a kalliimpaa kuin betonirakentaminen. (2021) Tutkimus on kuitenkin vähän yli kaksi vuotta vanha, ja tilanne markkinoilla on muuttunut reilusti, joten luvut ei välttämättä ole enää paikkaansa pitäviä. Tutkimusta voidaan hyödyntää tässä yhteydessä suuntaa antavana tietona.

Hybridirakentamisen halvemman hinnan ansiosta se muodostaa varteenotettavan vaihtoehdon tarkasteltaessa vähähiilisiä rakennusvaihtoehtoja. Vaikka rakennuksessa ei hyödynnetä yhtä paljon puuta kuin kokonaan puusta rakennetuissa kerrostaloissa, hybridirakennus kykenee silti sitomaan merkittävän määrän hiilidioksidia. Tämä johtuu rakennuksen puusta valmistetusta ulkokuoresta, joka osaltaan edistää kestävästä rakentamisesta ja ympäristöystävällisiä käytäntöjä.

## **3. PUURAKENTAMISEN HAASTEET**

Puurakentaminen on kohdannut useita haasteita, jotka voidaan karkeasti jakaa ulkoisiin ja sisäisiin haasteisiin. Ulkoiset haasteet ovat isoja globaaleja ongelmia, jotka vaikuttavat rakennusosalalle laajasti eri puolilla maailmaa. Tällaisia haasteita voivat olla esimerkiksi ilmastonmuutos, pandemia, ja Venäjän ja Ukrainan välinen sota. Sisäiset haasteet puolestaan liittyvät alan sisäisiin rakenteellisiin ongelmiin, kuten tuottajien vähyyteen ja uuden ilmiön aiheuttamiin ongelmiin. Alan sisäisten ongelmien lisäksi puurakentamista vaikeuttaa rakennetekniset ongelmat, kuten painumat, paloturvallisuus ja kosteusongelmat. Rakenneteknisten ongelmien lisäksi yksi suurimmista hidasteista puurakentamisessa on suuremmat kustannukset verrattuna betonirakentamiseen.

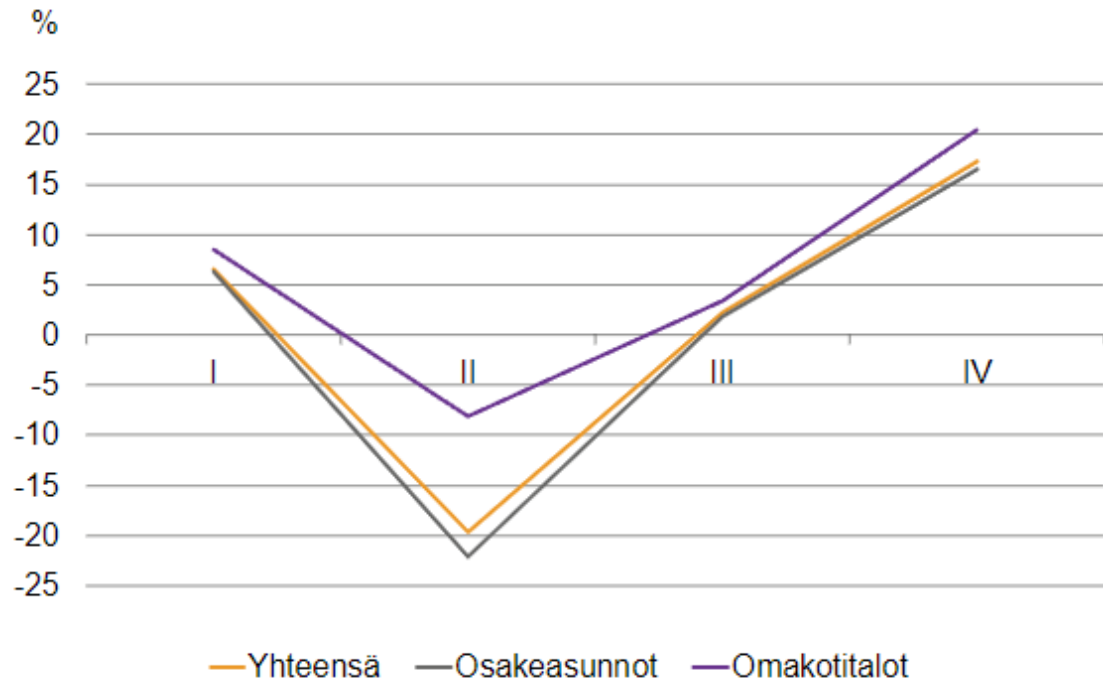
### **3.1 Puurakentamisen globaalit ulkoiset haasteet**

Rakentaminen on kohdannut viime vuosina lukuisia erilaisia haasteita, jotka ovat olemassaolollaan vaikeuttaneet rakentamista niin Suomessa kuin maailmalla. Tässä tutkimuksessa tutkitaan koronaviruspandemian aloittamaa vaikeuksien ajanjaksoa, joka jatkuu vielä tänäkin päivänä. 2020 alkuvuodesta koko Suomi sulkeutui koteihinsa koronaviruspandemian myötä. Vaikka pandemia ei ole vielä täysin ohitse, koetaan se huomattavasti lievempänä uhkana rokotteiden ja kasvaneen tietoisuuden myötä. Pandemian laantumisen jälkeen ei mennyt kauaa, kun Venäjä aloitti hyökkäyssodan Ukrainaa vastaan. Jos korona ei vaikuttanut vielä niin paljon rakentamiseen, niin Ukrainan sota vaikutti senkin edestä. Sodan seurauksena muun muassa materiaalien saatavuus huononi entisestään, ja hinnat nousivat entistä korkeammiksi. Samoin energian hinta nousi erittäin korkealle, täten kiihdyttäen inflaation kasvua entisestään.

#### **3.1.1 Covid-19:n vaikutus rakennusalaan**

Vuoden 2019 lopussa Kiinasta alkoi levitä Covid-19-virus, joka saapui Suomeen 2020 alkuvuodesta. Uutiset pandemian leviämisestä johtivat muun muassa vessapaperi- ja lääkehyllyjen tyhjentymiseen. Erikoistilanteet, kuten pandemia, vaikuttavat merkittävästi ihmisten kulutustottumuksiin, koska epävarmuus tulevasta siirtää hankintoja entistä kauemmaksi tulevaisuuteen. Koronaviruksen vastatoimiksi luotiin erilaisia rajoitteita, erityi-

sesti ravintola- ja tapahtuma-alalle. Rajoitustoimenpiteiden käyttöönotto aiheutti työttömyyden kasvua useilla eri toimialoilla ja synnytti epävarmuutta tulevaisuuden suhteen, jolloin kuluttajat epäröivät suurien hankintojen, kuten asuntojen, ostamista.



**Kuva 6:** Asuntokaupan kysyntä vuonna 2020 (Lehtinen 2021)

Suomen tilastokeskuksen sivuilla Ilkka Lehtisen julkaisemassa blogitekstissä (2021) esitetystä kuvaajasta huomataan, että pandemia näkyi merkittävästi asuntokaupassa vuoden 2020 ensimmäisellä puoliskolla. Koronavirusta vastaan ryhdyttiin merkittävin toimin, jolloin pandemia saatiin hetkellisesti kuriin. Pandemian aiheuttama shokki asuntokaupoilla oli lyhyt, mutta sitäkin suurempi. Hetkellisen jyrkän laskun jälkeen kuvasta 6 voidaan huomata suuri kysynnän nousu asuntokaupassa. Vuoden 2020 lopussa asuntokaupan kysyntä oli jopa 20 %:a nousussa. Yllättävän suuri kysynnän nousu voi aiheuttaa markkinoilla tilanteen, jossa kysyntää on enemmän kuin tarjontaa.

Tarjonnan laskun taustalla saattaa olla muita selittäviä tekijöitä kuin pelkästään pandemian aiheuttama epävarmuus markkinoilla. Pandemian seurauksena Suomessa otettiin 18. maaliskuuta 2020 käyttöön valmiuslaki, joka mahdollisti matkustusrajoitusten asettamisen pandemian hillitsemiseksi (Valtioneuvosto 2020). Suomi sulki rajansa ulkomaiselta matkustajaliikenteeltä ja vaati maahan saapuvia viettämään kaksi viikkoa karanteenissa, täten myös viikonloppumatkustaminen kotimaahan vaati kahden viikon karanteenin. Nämä tekijät vaikeuttivat huomattavasti ulkomaisen työvoiman saapumista Suomeen työmahdollisuuksien perässä.

Rakennusalalla noin viidennes työvoimasta koostuu ulkomaalaistaustaisista työntekijöistä, mikä tekee heistä merkittävän osan alan työvoimasta (Rakennusteollisuus 2019). Matkustusrajoitukset vaikeuttivat näiden ulkomaalaistaustaisten työntekijöiden saapumista Suomeen, mikä todennäköisesti vaikutti työvoiman saatavuuteen rakennusalalla. Työvoimapulan vuoksi monien hankkeiden valmistuminen myöhästyi, joka vaikutti myös valmistuneiden hankkeiden kokonaismäärään. Perinteisten taloustieteen periaatteiden mukaan, kun tarjonta laskee, mutta kysyntä pysyy samana, nousee kysytyn hyödykkeen hinta, mikä voi myös tässä tapauksessa selittää hintojen nousua.

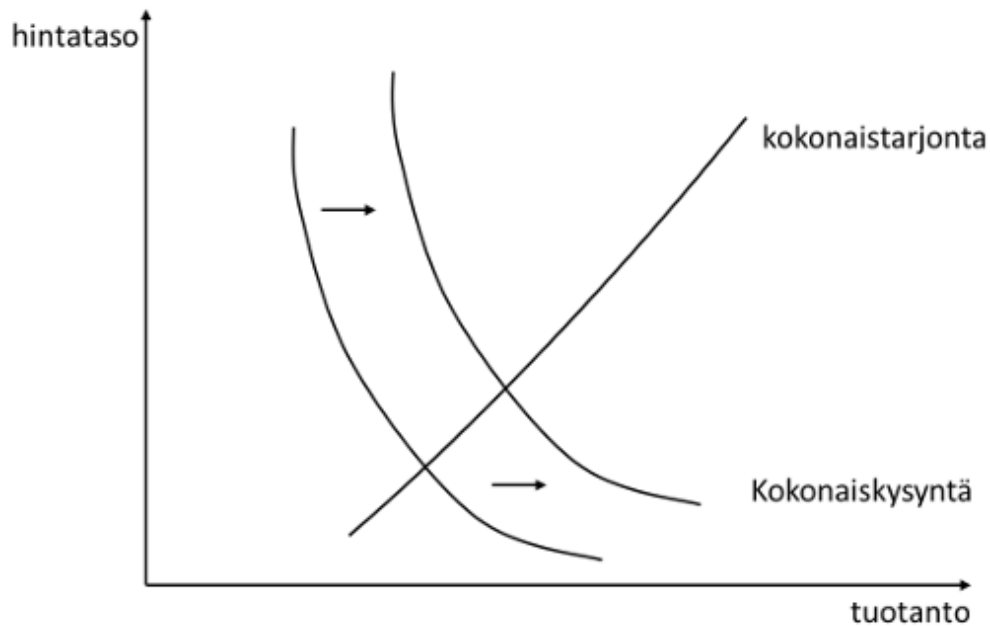
Koronaviruspandemia on tuonut merkittäviä toimitushaasteita rakennusalalle, kuten monille muillekin toimialoille. Erityisesti yritykset, joiden toimitusketjut ovat vahvasti riippuvaisia Kiinassa sijaitsevista alihankkijoista, kohtasivat ongelmia jo pandemian alkuvaiheessa (Kauppi 2020). Vaikka rakennusalan hankinnat eivät välttämättä suoraan tule Kiinasta, on hyvin mahdollista, että näiden yritysten käyttämät alihankkijat tekevät kauppaa Kiinan kanssa. Tämä saattoi aiheuttaa viivästyksiä ja ongelmia Suomessa epäsuorasti, kun toimitusketjut häiriintyivät globaalien logististen ongelmien vuoksi.

Kauppi totesi tekstissään myös, että ”usein tietyn komponentin tai teknologian suurimmat tuottajat ovat klusteroituneet (sijoittuneet ryppääksi) tietyille alueelle, ja jos epidemia iskee sinne, iso osa globaalista tuotantokapasiteetista voi lamaantua samanaikaisesti.” (2020) Koronavirusepidemian levitessä maailmalle toimitusongelmia ilmeni monilla alueilla, eivätkä ne rajoittuneet ainoastaan kiinalaisiin tehtaisiin. Tehtailla otettiin käyttöön tiukkoja koronaprotokollia, joiden tavoitteena oli estää mahdollisten tartuntojen leviäminen ja näin välttää koko tehtaan tuotannon keskeytyminen. Vaikka tavoitteena oli varmistaa tehtaan jatkuvuus, monet tehtaot kuitenkin joutuivat kohtaamaan tämän ongelman, eikä toimitusongelmilta voitu välttyä. Tällaisten isojen tartuntaketjujen myötä monet suomalaisten rakennusyritysten käyttämät alihankkijat joutuivat laskemaan tuotantomääriään, eivätkä yritykset saaneet tilauksiaan ajoissa, ja hankkeet viivästyivät. Rakentamisan alan yritykset ovat hyvin riippuvaisia esimerkiksi elementtitehtaista, ja tällaisen laajan tartuntaketjun tapahtuessa elementtitehtaalla voivat viivästykset tulla kalliiksi yritykselle.

Kuvasta 6 nähtävä kysynnän nousu yhdistettynä edellä käsiteltyihin toimitusvaikeuksiin ja työvoimapulaan voi johtaa tilanteeseen, jossa kysyntä on suurempi kuin tarjonta. Tyyppillisesti markkinoilla noudatetaan kysynnän ja tarjonnan lakia, mikä tarkoittaa, että hinta muodostuu siinä kohdassa, missä kysyntä ja tarjonta kohtaavat toisensa. Kuvasta 7 nähdään kysyntäinflaation aiheuttama muutos kysyntäkäyrässä. Kysynnän noustessa



yleensä myytävän hyödykkeen hintakin nousee, toisin sanoen ihmiset ovat valmiita maksamaan entistä enemmän samasta hyödykkeestä, täten johtaen tilanteeseen, jossa rahan ostovoima pienenee. Rahan ostovoiman pienentyessä kasvaneen kysynnän myötä voidaan ilmiöstä puhua kysyntäinflaationa.



**Kuva 7:** Kysyntäinflaatio (Pekkarinen & Sutela 2000)

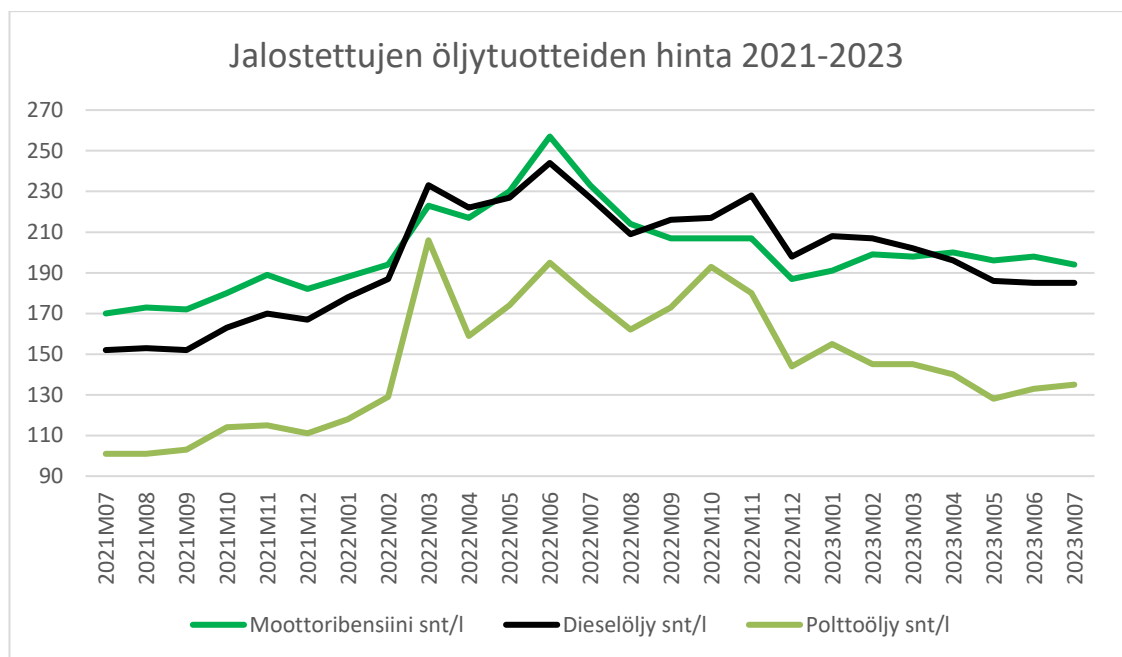
Kiihtyneen inflaation myötä Euroopan keskuspankki on joutunut harjoittamaan tiukempaa rahapolitiikkaa (Vilmi et al. 2023). Ihmisten kulutushalukkuutta voidaan säädellä Euroopan keskuspankin toimesta ohjauskorkoa muuttamalla. Korkeammat korot laskevat ihmisten halua kuluttaa rahojansa, jolloin kokonaiskysyntä rauhoittuu hieman, eikä talous pääse ylikuumenemaan. Korkeampi korkotaso vähentää myös lainojen kysyntää, eikä suuriin investointeihin ole niin suurta mielenkiintoa. Korkeampi korkotaso vaikuttaa myös aloitettuihin rakennushankkeisiin, sillä lainan ottaminen on entistä kalliimpaa, eivätkä hankkeet välttämättä ole niin kannattavia kuin ennen.

### 3.1.2 Ukrainan sodan vaikutukset rakennusalaan

Venäjä aloitti varsinaisen hyökkäyssodan Ukrainaa vastaan, kun Vladimir Putin julisti Venäjän sotilasoperaation alkaneeksi 24. helmikuuta 2022 (Yle 2022). Tämä konflikti juontaa juurensa jo vuoteen 2014, jolloin Krimin niemimaa liitettiin Venäjään. Venäjän sotatoimien seurauksena useat länsimaat asettivat Venäjää kohtaan pakotteita, jotka

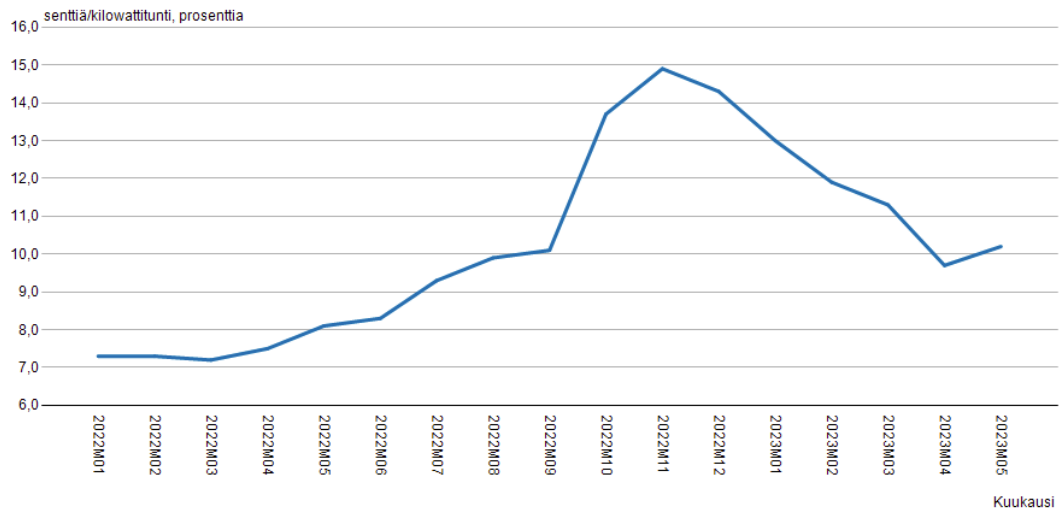
vaikuttivat esimerkiksi maiden välisten kaupp- ja liikkumismahdollisuuksiin. Venäjä vastasi näihin toimiin omilla vastapakotteillaan.

Yksi keskeisimmistä pakotteista kohdistui venäläiseen öljyyn ja energiaan. Euroopan unioni kielsi raakaöljyn ja jalostettujen öljyjen tuonnin Venäjältä. Lisäksi kivihillen ja öljyn tuonti Saksaan tai Puolaan putkea pitkin kiellettiin. Tuontikielto kattaa 90 prosenttia EU:n tähänastisesta öljyntuonnista, joten kyseessä on todella merkittävä osuus käytettävästä energiasta. (Euroopan komissio) Näin suuri muutos polttoaineen tarjonnassa voidaan huomata kuvassa 8 näkyvänä hinnan äkillisenä nousuna. Kohonnut polttoaineen hinta vaikuttaa lähes kaikkien tuotteiden hintaan, sillä polttoainetta tarvitaan tavalla tai toisella lähes kaikkien tuotteiden valmistuksessa. Rakennusalaan kohdistuva vaikutus muodostuu sekä suorista että välillisistä tekijöistä, sillä rakennusosalalla käytettävän polttoaineen ja välituotteiden hinnat nousevat polttoaineen hinnan nousun myötä.



**Kuva 8:** Jalostettujen öljytuotteiden hintakehitys (Mukailen lähteestä Tilastokeskus)

Suomessa esimerkiksi vuonna 2021 venäläinen energia kattoi 34 prosenttia kotimaisesta energiankulutuksesta, mutta vuonna 2022 tämä osuus putosi 16 prosenttiyksikköä pakotteiden seurauksena (Tilastokeskus 2022). Tämän menetetyt energian korvaamiseksi pyrittiin etsimään muita vaihtoehtoja, mutta energian hinnan nousu oli väistämätöntä, kuten kuvasta 9 voidaan huomata.

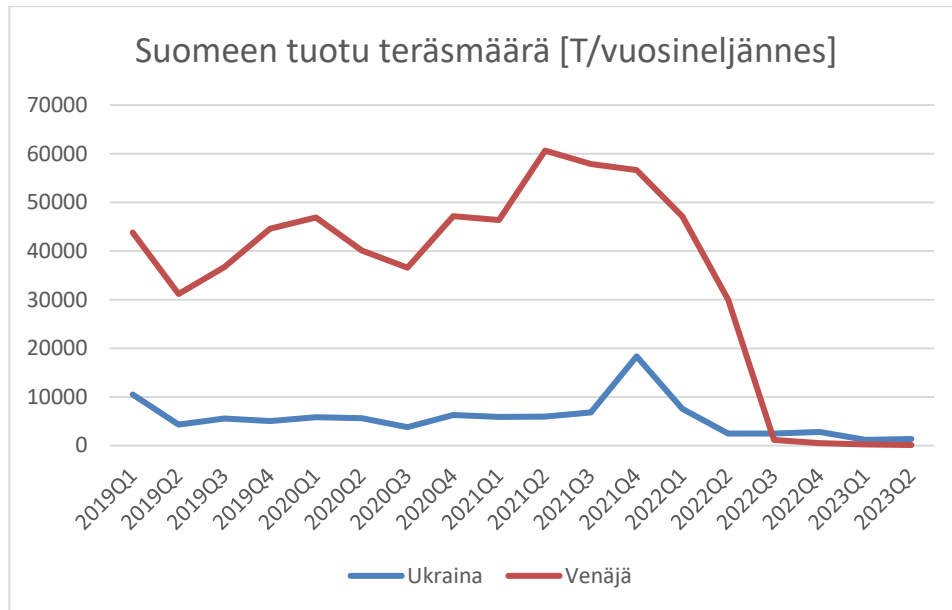


**Kuva 9: Sähkön hinta [Snt/kWh] (Tilastokeskus)**

On sanomattakin selvää, että työmailla kuluu todella paljon sähköä ja polttoainetta. Rakennustyömailla käytettävistä työkoneista suurin osa toimii joko sähköllä tai dieselillä. Rakennustyömailla yksi suurista sähkön kulueristä on rakenteiden lämmitys ja kuivatus, joten on turvallista sanoa, että myös rakentamisen hinta on noussut. Sähkön hinnan nousun vaikutukset rakennushankkeen kustannuksiin eivät rajoitu pelkästään suoraan vaikutukseen, vaan ne vaikuttavat hankkeen kokonaiskustannuksiin myös välillisesti. Tämä välillinen kustannusten nousu ilmenee rakennustyömaalla käytettyjen väli tuotteiden, kuten elementtien, valmistuskustannusten nousuna.

Euroopan unionin asettamat pakotteet Venäjää vastaan vaikuttivat myös teräksen tuontiin Venäjältä Euroopan unionin alueelle, sillä teräksen tuonti Venäjältä tai Valko-Venäjältä ei ollut enää sallittua (EUR-LEX 2022). Pelkästään Venäjältä tuotu teräs kattaa lähes 10 %:a koko Suomen terästuonnista, joten sota vaikutti hieman teräksen saatavuuteen Suomessa (Tulli). Ukrainalaisen teräksen tuontiin ei vaikuta samat syyt kuin venäläisen teräksen kohdalla. Ukrainan suurin terästehdas, Azovstal, oli jatkuvien pommitusten ja piiritysten kohteena, kärsien laajoja tuhoja useiden eri hyökkäysten aikana. Mariupolin kaupungin valtaamisen myötä tehdas ei enää ole ukrainalaisten hallinnassa. Lisäksi Ukrainan terästuotantoon vaikuttaa joukkojen mobilisointi, koska työntekijöiden siirtyminen rintamalle vähentää tuotannon tehokkuutta.

Kuvasta 10 voidaan huomata jyrkkä lasku Ukrainasta ja Venäjältä tuodun teräksen määrässä sodan alettua. Tämä merkittävä muutos teräksen tarjonnassa vaikuttaa merkittävästi hintatasoon, ja lopulta näkyy rakennushankkeiden kustannusten nousuna. Puurakennusten etuna voidaan pitää matalampaa tarvetta teräkselle verrattuna teräsbetonirakenteisiin taloihin, mikä vähentää teräksen saatavuuden aiheuttamien ongelmien merkittävyyttä puurakennushankkeissa.

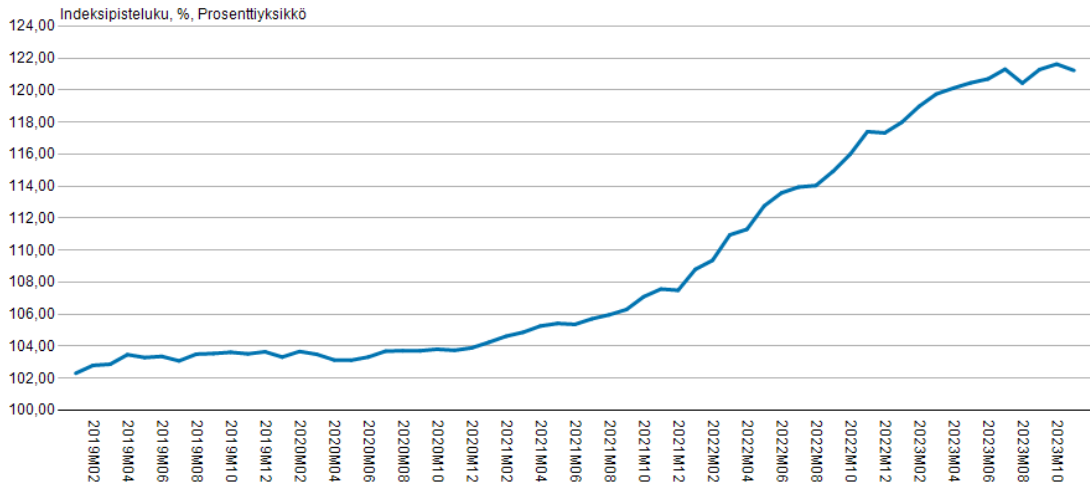


**Kuva 10:** Teräksen tuonti Ukrainasta ja Venäjältä (Mukaillen lähteestä Tulli)

Toimiva infrastruktuuri muodostaa maailmanlaajuisen Just-In-Time-tuotannon olennaisen rakenteen, toimien täten perustana nykyisen globaalin talousjärjestelmän kehitykselle. (Yli-Tepsa 2015, s. 378) Sodan alkamisen myötä tavaraliikenne Venäjältä hiljeni täysin pakotteiden myötä, eikä suuria liikenneväyliä itään enää käytetty. Lappeenrantalaisena olen itse todistanut tavaraliikenteen hiljentymistä sekä Saimaan kanavalla että rautateillä. Itärajan hiljentymisen myötä Suomen tuonnista kuljetetaan meriteitse jopa 90 %:a ja viennistä 80 %:a (Suomen varustamot 2023). Merirahdin osuus Suomen tuonnista on niin iso, että logistisesti katsottuna Suomen voidaan sanoa olevan saari, sillä valtaosa rahdista kulkee meriteitä pitkin tänne, eikä merikuljetuksia voida korvata kuin osittain (Suomen varustamot 2023). Vähentyneiden kuljetusvaihtoehtojen myötä Suomen logistiikka on entistä haavoittuvaisempi, sillä korvaavia kuljetusmuotoja ei ole niin paljon saatavilla.

Itärajan hiljentymisellä oli suuri vaikutus puun tuontiin Suomeen. Vuonna 2021 Venäjä toi 90 %:a Suomeen tuodusta puusta, kun vuonna 2022 vastaava luku oli vain 10 %:a (Luonnonvarakeskus 2023). Suomeen tuotu puumäärä väheni merkittävästi sodan alkamisen myötä, vaikka osa venäläisestä tuontipuusta saatiin korvattua. Tuontipuun pienempi määrä markkinoilla ajaa Suomen tilanteeseen, jossa puun hinta nousee tai omia hiilivarastoja on kaadettava enemmän. Korkeampi puun hinta vaikuttaa merkittävästi puukerrostalojen rakentamiseen, sillä elementtien valmistukseen kuluu huomattava määrä puuta.

Ukrainan sodan seuraamusten aiheuttama valmistuskustannusten nousu johti kustannusinflaation muodostumiseen. Kustannusinflaatiolla tarkoitetaan tilannetta, jossa tuotantokelijöiden, kuten materiaalien, kustannusten nousun myötä yritysten lopputuotteiden kustannukset kasvavat (Pekkarinen & Sutela 2004). Ukrainan sodan vaikutukset Suomen markkinatilanteeseen kiihdyttivät inflaation entistä suurempaan kasvuun (kuva 11).



**Kuva 11:** Kuluttajahintaindeksi (Tilastokeskus)

Kasvaneen inflaation myötä korot nousivat myös entistä korkeammalle, ollen vuoden 2024 alussa noin 4 %:a (Suomen pankki). Entistä korkeamman koron myötä kiinnostus lainanottoon laski huomattavasti. Lainan korkeammat korot laskivat myös merkittävästi rakennusyritysten halukkuutta uusien hankkeiden aloittamiseen, sillä hankkeen taloudelliset riskit kasvoivat huomattavasti. Korkeat korot vaikuttivat merkittävästi uudisrakentamisen volyymin vuosimuutokseen. Vuonna 2023 uudisrakentamisen volyyymi tippui 19,4 %:a edelliseen vuoteen verrattuna. (Tilastokeskus 2023)

### 3.2 Puurakentamisen sisäiset haasteet

Sisäiset haasteet liittyvät puurakentamisen sisäisiin toimintoihin ja rakenneteknisiin tekijöihin. Alan sisäisiin haasteisiin voi kuulua esimerkiksi puurakennusalan tuottajien vähäinen määrä, osaamisen puute ja rakennetekniset haasteet. Lisäksi puukerrostalojen suhteellisen uutuuden vuoksi voi olla vaikeaa saavuttaa samanlaista suosiota kuin betonirakentamisella, joka on yleisemmin tunnettu ja laajemmin hyväksytty rakennusmenetelmä.

### 3.2.1 Puurakentamisan haasteet

Yksi puurakentamisen keskeinen haaste on se, että puutalojen valmistajien määrä Suomessa on hyvin rajallinen. Ukrainan sodan vaikutuksesta nousseet korot ja inflaatio tekevät yrityksille tilanteesta entistä haastavamman. Suurin osa suomalaisista puutalovalmistajista on pieniä tai keskisuuria yrityksiä, ja esimerkiksi CLT-elementtejä valmistavia yrityksiä on vain kolme (Puuinfo 2023a). Koska CLT on yleisin runkoratkaisu Suomessa, voi elementtituottajien vähäinen määrä aiheuttaa haastavan tilanteen, jossa elementtien valmistusvolyymi ei riitä kattamaan kysyntää. Rajoitettu määrä tuottajia voi vaikuttaa merkittävästi koko Suomen puurakennustuotantoon.

Kuvasta 12 voidaan huomata, että yritysten määrä on ollut viimeiset 5 vuotta laskussa. Jos oletetaan trendin pysyvän samana, voivat valmistajien vähäisestä määrästä aiheutuvat ongelmat olla entistä isompia. Valmistajien vähäisen määrän myötä voi aiheutua tilanne, jossa puuelementtien valmistusvolyymi ei riitä vastaamaan kysyntää, jolloin rakennusyrietykset joutuvat pohtimaan vaihtoehtoisia ratkaisuja, tarkoittaen ulkomailta tilaamista, korkeampia hankintahintoja tai pidempiä toimitusaikoja. Konkreettisenä esimerkkinä tästä toimii TOAS Hippoksen tapaus, missä alkuperäinen elementtitoimittaja ei konkurssin vuoksi pystynyt toimittamaan tarvittavia puuelementtejä. Koska kotimaasta ei löytynyt korvaavia vaihtoehtoja, joutui TOAS tilaamaan elementit Virossa (TOAS & Puuinfo 2022a). Tämä esimerkki korostaa riippuvuutta ulkomaisista toimittajista tilanteessa, jossa kotimaisia vaihtoehtoja ei ole saatavilla.



**Kuva 12:** Puutalojen valmistajat Suomessa (mukailen lähteestä Tilastokeskus, tilinpäätöstilasto)

Ulkomaisten toimittajien suosiminen vaikuttaa negatiivisesti Suomen bruttokansantuoteseen. Suomen talouden ollessa laskusuhdanteessa olisi tärkeää saada isot hankinnat tehtyä kotimaisilla tuottajilla, sillä se mahdollisesti loisi uusia työpaikkoja ja lisäisi verotulojen määrää. Saadut verotulot voitaisiin käyttää esimerkiksi suuriin kunnallisiin rakennushankkeisiin, joilla saataisiin uusia työpaikkoja tarjolle. Kotimaisten yritysten menestyminen on ratkaisevan tärkeää talouden elpymisen kannalta. Niiden menestys toimii merkittävänä tekijänä taloudellisen nousun edistämisessä. Jotta puurakentamisesta voitaisiin saada entistä tehokkaampaa, olisi todella tärkeää saada elementtien tuotantomääriä nostettua.

### **3.2.2 Puurakentamisen rakennetekniset rajoitteet ja haasteet**

Puurakentamisen haasteista merkittävin liittyy paloturvallisuuteen, sillä puu yleisesti tunnetaan palavana materiaalina. Puukerrostalojen suunnittelussa noudatetaan erilaisia sääntöjä verrattuna betonitaloihin. Rakennuksia suunniteltaessa on noudatettava Ympäristöministeriön asetusta 848/2017, joka määrittää standardit rakennusten paloturvallisuudesta.

Puun palokäyttäytyminen eroaa oleellisesti betonista, ja siksi kantavien rakenteiden on täytettävä riittävät palonkestävyysvaatimukset. Puukerrostalojen palon leviämistä hidastetaan käyttämällä suojalevyjä, joilla varmistetaan 60 minuutin palonkestävyys (RakMK E1, s.11). Nämä toimenpiteet edistävät puukerrostalojen paloturvallisuutta ja vastaavat tiukempia standardeja tulipalotilanteissa.

Puurakennusten P2-paloluokitus edellyttää sprinklausjärjestelmän asentamista, kun kerroksia on yli kaksi (Puuinfo 2018). Sprinklerit hallitsevat tehokkaasti huoneistopalot ja hidastavat suurempien tulipalojen leviämistä, täyttäen samalla 60 minuutin palonkestävyysvaatimukset.

Vesa Ijäksen väitöskirja korostaa puukerrostalojen suurimman riskin liittyvän vesivahinkoihin, joiden yksi potentiaalinen aiheuttaja voi olla sprinklerijärjestelmä (2013, s. 161). Vaikka sprinklerit tehokkaasti estävät pienten palojen leviämistä, niiden suihkuttama vesi voi aiheuttaa haittaa rakenteille. Vesivahingot voivat johtaa merkittäviin korjauskustannuksiin, koska rakenteet on avattava ja uusittava (Ijäs 2013, s. 186). Yleisiä syitä kosteusvaurioille ovat myös ihmisen aiheuttamat vauriot ja rakennusaikaiset kosteusongelmat. Näin ollen on tärkeää arvioida sekä paloturvallisuutta että rakenteiden suojelemista kosteudelta puukerrostalojen riskien arvioinnissa.

Puurakenteisten kerrostalojen ominaispiirre on rakenteiden painuminen, joka aiheutuu sekä rakennuksen massasta johtuvasta kokoonpuristumisesta että puun kuivumisesta aiheutuvasta kutistumisesta (Puuinfo 2020b). Painumien suuruuteen vaikuttaa olennaisesti käytettävä runkoratkaisu, ja etenkin hirsirakenteisissa taloissa ne voivat olla suuria. Puun käytön yhteydessä on ensiarvoisen tärkeää käyttää mahdollisimman kuivaa puuta, jotta kutistuminen olisi mahdollisimman vähäistä. Tyypillisesti painumia esiintyy 2–5 mm:ä jokaista kerrosta kohti. Painumia voidaan vähentää haastavissa kohteissa käyttämällä ristiin liimattuja puutuotteita, kuten LVL- tai CLC-tuotteita, joiden ristiviilutus vähentää painumia. Vaikka näitä puutuotteita käytettäisiin, on edelleen otettava huomioon painumien vaikutus rakenteiden liitoksissa ja talotekniikan linjavedoissa. (Tuohimaa 2018; Puuinfo 2020b)

Puurunkoa yhdistettäessä painumattomiin rakenteisiin on erityisen tärkeää huomioida painumat, sillä ne voivat aiheuttaa vaurioita pintamateriaaleille. Erityistä huomiota tulisi kiinnittää kohtiin, joissa painumat voivat vaikuttaa haitallisesti rakenteisiin. Yleensä painuminen ei aiheuta ongelmia sisäverhouslevyjen kanssa, sillä seinissä esiintyvä painuminen on vähäistä, ja levyissä on hieman painumavaraa erityisesti levyjen päissä (Viljakainen 2005).



## 4. PUURAKENTAMISEN TALOUDELLISET HAAS- TEET JA KANNUSTIMET

Puurakentaminen on yleisesti mielletty kalliimpana vaihtoehtona verrattuna betonirakentamiseen, mutta niillä voi olla jopa 75 %:a pienempi hiilijalanjälki, joka tekee niistä huomattavasti ympäristöystävällisemmän vaihtoehdon (Nisula & Salmi 2022, s. 86). Suomen hiilineutraaliustavoitteiden myötä puurakentaminen onkin noussut varteenotettavaksi vaihtoehdoksi. Tässä luvussa tavoitteena on avata syitä puurakentamisen kalliimman hinnan taustalla ja laskea suuntaa antava hinta säästetylle hiilidioksiditonnille. Näiden lisäksi pohditaan puurakentamisen taloudellisia kannustimia.

### 4.1 Hiilidioksiditonin hinta

Ympäristöystävälliset vaihtoehdot saattavat usein liittyä jonkinlaisiin kompromisseihin. Esimerkiksi pahvipilleissä nämä kompromissit voivat ilmetä epäkäytännöllisyytenä, kun taas puukerrostaloissa vastaava kompromissi on korkeampi hinta. Tutkimusten mukaan betonirakentaminen on 10–15 %:a halvempaa kuin puurakentaminen. Kustannusero muodostuu materiaaleista, suunnittelusta ja työmaalla tehtävästä työstä. (Puuinfo 2022c)

Turussa rakennettiin vuonna 2022 Kirsikka ja Kide nimiset kerrostalot, jotka ovat täysin identtisiä muuten, paitsi toinen on rakennettu puusta ja toinen betonista (STT 2022). Kyseinen hanke antoi täydellisen tilaisuuden verrata näitä kahta rakennusmuotoa keskenään. Koko hanke maksoi Puuinfon artikkelin mukaan 15,4 miljoonaa euroa. Puuinfon arvioiman 10–15 %:n hintaeron perusteella voidaan suorittaa suuntaa antavia laskelmia. (2022c) Jos talojen hintaero lasketaan käyttämällä hintaerona 10 %:a, saadaan puutalon hinnaksi 8,085 miljoonaa euroa ja betonitalon hinnaksi 7,315 miljoonaa euroa. Tässä kohteessa puukerrostalo on arviolta reilu 700 tuhatta euroa kalliimpi. Kyseessä on kuitenkin hyvin pienellä otannalla tehty laskelma, joten ei pidä poissulkea tilannetta, jossa puukerrostalo pystyttäisiin rakentamaan halvemmalla, käyttäen esimerkiksi eri runkoratkaisua.

Kyseisen talohankkeen yhteydessä suoritettiin laajaa vertailua talojen välillä, ja yksi keskeinen vertailukohta oli talojen hiilidioksidipäästöjen vertailu. Puurakennuksen kokonaispäästöt olivat 1 764 tonnia hiilidioksidiekvivalenttia, kun taas betonisen vastaava luku oli

1 917 tonnia (Puuinfo 2022c). Näiden tietojen avulla voitiin laskea tämän hankkeen kustannukset säästetyille hiilidioksiditonneille, ja suuntaa antavaksi arvoksi saatiin laske-  
malla 5032 €/CO<sub>2</sub> t. Vaikka luku sinänsä saattaa vaikuttaa suurelta, on tärkeää ymmär-  
tää, että ilmastotoimenpiteiden kustannukset eivät ole aina pieniä. Luku herättääkin var-  
masti kommentteja puolesta ja vastaan, joten on rakennuttajan itsensä päätettävissä,  
onko luku perusteltu vai ei.

## 4.2 Taloudelliset kannustimet

Suomi on asettanut tavoitteen saavuttaa hiilineutraalius vuoteen 2035 mennessä, ja puu-  
rakentaminen nähdään yhtenä keskeisenä askelena kohti päämäärää. Lisäksi puuraken-  
tamisen uskotaan voivan toimia merkittävänä vientituotteena, vaikka tähän tavoitteeseen  
on vielä erittäin pitkä matka. Hiilineutraaliustavoitteiden saavuttaminen edellyttää merkit-  
täviä edistysaskeleita puurakentamisalalla sekä mittavia investointeja.

Marinin hallitus asetti yhdeksi keskeiseksi tavoitteekseen ekologisesti kestävämmän  
Suomen, ja puurakentamisen edistäminen nähtiin yhtenä tärkeimmistä keinoista tämän  
tavoitteen saavuttamiseksi. Hallitus harkitsi taloudellisen tuen tarjoamista puurakennus-  
hankkeille helpottaakseen niiden käynnistämistä. Hallituksen tuki puurakentamiselle si-  
sälsi myös erilaisten tutkimusohjelmien rahoittamista, joiden avulla pyrittiin edistämään  
puurakentamista ja parantamaan puurakennustuotteiden vientimahdollisuuksia. (Ympä-  
ristöministeriö 2019) Kangas et al. (2019, s. 52–54) esittivät yhdeksi mahdolliseksi vaih-  
toehdoksi valtion myöntämää taloudellista avustusta, jolla voitaisiin pienentää vähähiili-  
sestä rakentamisesta aiheutuneita lisäkustannuksia. Vähähiilisyysavustuksen saaminen  
määritettäisiin yksinkertaisesti, että rakennus täyttää vähähiilisen rakentamisen määri-  
telmän, mikä voidaan selvittää päästölaskennalla.

Verotuksella voidaan ohjata kulutusta ympäristön ja terveyden kannalta kestävämmäksi  
(Eerola et al. 2013). Puurakentamisen ollessa ympäristön kannalta kestävämpi raken-  
nusvaihtoehto, voitaisiin sen verotusta mahdollisesti laskea edistääkseen sen asemaa  
Suomessa. Pieni verokevennys vähähiilisen rakentamisen materiaaleihin voisi kannus-  
taa rakentajia tekemään enemmän ympäristöystävällisiä rakennuksia. Verokevennys  
voisi myös vähentää samalla kustannuseroa betonirakentamiseen. Suomen valtion kes-  
kittyessä kansantalouden elvyttämiseen ja säästötoimiin, kiinnitetään väistämättä huo-  
miota mahdollisiin verotulojen muutoksiin. Ihannetilanteessa verokevennysten seurauk-  
sena myynnin kasvu kompensoisi verotulojen mahdollista pienenemistä, tai jopa johtaisi  
niiden kasvuun.

## 5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Kun Covid-19 levisi Kiinasta maailmalle, toimet ilmastonmuutosta vastaan rakennus-alalla kokivat merkittävän kolauksen. Maailma muuttui nopeasti, ja Suomen kansalaiset huomasivat rajoitustoimien vaikutukset matkustamiseen ja tapahtumiin. Lukuisat eri alat kärsivät koronaviruksen aiheuttamasta työttömyydestä. Epävarmuus tulevasta aiheutti hetkellisen kokonaiskysynnän laskun, joka heijastui myös rakennusalalle. Kysynnän laskun jälkeen asuntojen kysyntä nousi voimakkaasti. Pandemian myötä monien yritysten tuotannossa oli vaikeuksia, sillä tartuntojen aiheuttamat poissaolot olivat olleet väistämättömiä. Haasteet tuotannossa ja toimituksissa yhdistettynä kasvaneeseen kysyntään johtivat rakennus-alalla yleisen hintatason nousuun, eli inflaatioon.

Juuri kun pandemia oli hieman hellittänyt, kohtasi maailma uusia haasteita. Vuoden 2022 helmikuussa Venäjä hyökkäsi Ukrainaan. Ukrainan sodan myötä kaupanteko Venäjän kanssa loppui täysin, eikä venäläisellä sähköllä, öljyllä tai puulla ollut mitään asiaa Suomen markkinoille. Suomi tekee myös Ukrainan kanssa jonkin verran kauppaa ja Ukraina onkin yksi merkittävimmistä teräksen tuojista. Sotatoimet Ukrainassa kuitenkin estävät kaupantekoa merkittävästi, eikä sieltäkään saada tuotteita yhtä hyvin kuin ennen. Muutunut markkinatilanne aiheutti laajan hintojen nousun, nostaten samalla yleistä hintatasoa. Inflaation noususta oli tullut merkittävästi nopeampaa kuin pandemian aikaan, eivätkä korotkaan pysyneet enää matalina.

Puurakentamisella on myös erilaisia sisäisiä haasteita, joista osa liittyy rakenneteknisiin haasteisiin ja osa alan uutuudesta johtuviin ongelmiin. Ilmiön uutuuden myötä puurakentaminen ei ole vielä läheskään niin laajalti hyväksytty ja tunnettu kuin betonirakentaminen. Hyväksynnän ja tunnettavuuden lisäksi puurakentamiseen vaikuttaa kokemattomuuden aiheuttama osaamisen puute. Suomessa yritykset eivät ole vielä ehtineet rakentaa monia puutaloja, joten ne ovat vielä hieman prototyyppivaiheessa ja odottamatomat ongelmat ovat väistämättömiä. Puurakentamisessa on myös monia rakenneteknisiä haasteita, joista merkittävimpinä voidaan mainita rakenteiden painumat, kosteusongelmat ja paloturvallisuus.

Puurakennusten korkea hinta on tällä hetkellä yksi keskeisimmistä haasteista. Sen lisäksi korkeiden korkojen myötä rakennushankkeiden aloittamista mietitään todella tarkkaan. Korkeamman koron laina luo rakennushankkeelle enemmän taloudellisia riskejä, eikä uusia projekteja aloiteta yhtä ahkerasti. Puurakennusten 10–15 %:a korkeampi hinta voikin muodostua ratkaisevaksi tekijäksi, kun suunnitellaan uutta hanketta.

Puurakennuksilla tehtävät hiilidioksidisäästöt ovat suurin yksittäinen kannuste niiden rakentamisessa. Tässä tutkimuksessa tehtyjen laskelmien perusteella puurakennuksella on noin 10 %:a pienemmät hiilidioksidipäästöt. Säästetyn hiilidioksiditonnin hinta muodostuu kuitenkin aika korkeaksi, ollen 2 500–5 000 €/CO<sub>2</sub> t. Suhteellisen korkean hinnan vuoksi, voisi jonkinlaisen taloudellisen tuen tarjoaminen alentaa puukerrostalojen rakentamiskynnystä. Pienellä verokevennyksellä puurakentamisen volyymi voitaisiin saada huomattavasti helpommin halutulle tasolle.

Puurakentamisella on valtavan suuri potentiaali Suomessa, kunhan vallitsevat haasteet selätetään. Puurakennuksilla on pienempi hiilijalanjälki kuin betonitaloilla, mikä tekee niistä merkittävän vaihtoehdon ilmastonmuutoksen hillinnässä. Vaikka suomen tavoite olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä saattaa kuulostaa hieman absurdilta, puurakentamisen tehostamisella uskotaan helpottavan tavoitteen saavuttamista.

Puurakentamisen yksi suurista mahdollisuuksista on ulkomaankauppa. Jos Suomessa tehdään läpimurto puurakentamisessa ja kerrytetään osaamista laajalti, on palveluiden ja osaamisen myyminen ulkomaille merkittävä mahdollisuus. Suomen vahva osaaminen puutuotteiden valmistuksessa asettaa hyvän perustan menestykselle. Toiveet puurakentamisen noususta uudeksi vientituotteeksi ovat korkealla ja sen mahdollisuudet kukoistaa taloudellisesti voivat olla merkittävät.

Tämänhetkiset haasteet ovat merkittäviä, eikä kaikille niistä ole mitään suoraa korjausta, vaan aika saattaa korjata ne. Ukrainan sodasta aiheutuneiden ongelmien tulevaisuutta on todella vaikea arvioida, sillä tuskin kukaan tietää kuinka kauan sota Ukrainassa kestää, ja millainen Suomen ja Venäjän suhde on tulevaisuudessa. Inflaatio voi kuitenkin rauhoittua ajan myötä, laskien samalla korkoa. Matalampien korkojen myötä rakennus-alalla olisi otollisemmat olosuhteet uusien hankkeiden aloittamiseen, ja talous lähtisi pikkuhiljaa elpymään.

Puurakentamisen kannalta on todella tärkeää jatkaa tutkimuksia ja yksinkertaisesti rakentaa lisää taloja, jotta voitaisiin oppia lisää puukerrostalojen käyttäytymisestä. Tulevaisuudessa voidaan saavuttaa tilanne, jossa puurakentaminen voisi olla jopa halvempaa kuin betonirakentaminen. Puurakentamisen tullessa tutummaksi suuremmalle yleisölle ei suunnitteluun menisi enää niin paljon rahaa, koska itse suunnitteluprosessi olisi tumpi, eikä kaikki olisi enää uutta ja ihmeellistä.

Jos puurakentamisesta halutaan entistä isompi trendi, on elintärkeää, että jokainen toimielin tekee oman osuutensa. Valtio ja kunnat ovat näyttäneet viime vuosina hyvää esimerkkiä rakennuttamalla isoja puuhankkeita. Verorahoilla maksetut puuhankkeet ovat

äärimmäisen tärkeitä tulevaisuuden kannalta, sillä niillä saadaan lisää kokemusta rakennusyrittäjille. Rakennusyrittäjien kannalta tärkein tehtävä on jatkaa puurakennusten tekemistä ja kouluttaa työntekijöitään, jotta puurakennusten tasoa voitaisiin nostaa entistä korkeammalle. Näiden tekijöiden lisäksi on elintärkeää jatkaa tutkimuksien tekemistä, jotta puurakentamista voitaisiin kehittää entistä pidemmälle.

Tärkeimmät jatkotutkimuskohteet asettuvat rakenneteknisten ratkaisujen ja kustannusten saralle. Tämänhetkiset puutalojen kustannukset eivät vielä ole vielä niin houkuttelevia, että niitä alettaisiin rakentaa paljon. Jos tulevaisuudessa löydetään tutkimuksilla tapa, jolla rakentaa puutalot edullisemmin, on läpimurto entistä todennäköisempi. Kustannuksiin liittyvien tutkimusten lisäksi on tärkeää jatkaa rakenneteknisiä tutkimuksia, jotta tyyppisiin ongelmiin voitaisiin löytää varmuudella paras mahdollinen ratkaisu.

Vaikka rakennusala on kohdannut haasteita, kuten konkurssit ja hintojen nouseminen, puurakentamisen kasvava kysyntä voi tarjota mahdollisuuden yrityksille laajentua ja menestyä. Vähähiilinen rakentaminen on nouseva trendi, ja se tulee olemaan entistä merkittävämmässä roolissa ilmastomuutoksen hillinnässä. Puurakentamisen ympäristöystävälliset vaihtoehdot voivat houkutella asiakkaita, ja hallituksen tuki puurakentamisen kehittämiseksi on askel kohti kestävämpää rakentamista. Viime vuosilta löytyy myös lukuisia muita esimerkkejä puuhankkeiden edistämisestä hankkeiden muodossa, kuten Tampereen yliopiston vuonna 2021 perustama tutkijakoulu, joka keskittyy ratkaisemaan puurakentamisen kehityskohteita.

Tutkimus saavutti annetut tavoitteet henkilökohtaisesta näkökulmasta melko hyvin. Kaikkiin tutkimuskysymyksiin on etsitty vastauksia ja kaikki sanottava on tullut sanottua. Aikataulullisesti työn viimeistely tuotti ongelmia, mutta pitkien työpäivien ja kompromissien myötä kaikki on mahdollista.

# LÄHTEET

Amiri, A., Kinnunen, A., Junnila, S. & Talvitie, I. (2023). Can future cities grow a carbon storage equal to forests? Aalto-yliopisto. Saatavissa (viitattu 24.11.2023): <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/acc677>

Eerola E., Kari S., Kosonen T., Lyytikäinen, T. & Saarimaa, T. (2013). Hyvän veropoliitiikan perusteet. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus. Saatavissa (viitattu 11.1.2024): <https://www.doria.fi/handle/10024/148898>

Euroopan Unioni, EUR-LEX (2022). Neuvoston asetus (EU) 2022/428. Saatavissa (viitattu 19.11.2023): <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.LI.2022.087.01.0013.01.FIN&toc=OJ%3AL%3A2022%3A087%3ATOC>.

EU:n solidaarinen tuki Ukrainalle. Euroopan komissio. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 5.11.2023): [https://eu-solidarity-ukraine.ec.europa.eu/eu-sanctions-against-russia-following-invasion-ukraine/sanctions-energy\\_fi](https://eu-solidarity-ukraine.ec.europa.eu/eu-sanctions-against-russia-following-invasion-ukraine/sanctions-energy_fi)

Häkkinen, T. & Vares, S. (2018). Rakennusten khk-päästöjen ohjauksen vaikutusten arviointi. VTT Technology, no. 324, Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. Saatavissa (viitattu 18.9.2023): <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2018/T324.pdf>

Ijäs, V. (2013). Puukerrostalojen rakentamisen esteet ja mahdollisuudet. Keskeisten suomalaisten rakentamis- ja kiinteistöalan sidosryhmien vertaileva asennemittaus. Väitöskirja, Tampereen Yliopisto. Saatavissa (viitattu 18.11.2023): <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-15-3125-5>

Kangas, H-L., Kautto, P., Lazarevic, D., Mattinen-Yuryev, M., Nissinen, A., Ruokamo, E., Sankelo, P., Turunen, T. (2019). Taloudellisten kannusteiden käyttö vähähiilisen rakentamisen ohjauksessa TALO-hankkeen loppuraportti. Ympäristöministeriö. Saatavissa (viitattu 25.11.2023): <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-039-2>

Kauppi, K. (2020). Koronakriisi ja kansainväliset toimitusketjut – mitä opittiin, mikä muuttuu? Aalto-yliopisto. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 6.11.2023):

<https://www.aalto.fi/fi/uutiset/koronavirus-aiheuttaa-merkittavia-tuotanto-ja-toimitusvaikeuksia>.

Lehtinen, I. (2021). Korona hiljensi asuntokaupan vain kahdeksi kuukaudeksi. Tieto & Trendit, Tilastokeskus. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 3.11.2023):

<https://www.stat.fi/tietotrendit/blogit/2021/korona-hiljensi-asuntokaupan-vain-kahdeksi-kuukaudeksi/?listing=simple>

Luonnonvarakeskus. (2023). Puun tuontimäärä ja metsäteollisuuden viennin arvo pienenevät vuonna 2022. Verkkosivu (viitattu 22.11.2023): <https://www.luke.fi/fi/uutiset/puun-tuontimaara-ja-metsateollisuuden-viennin-arvo-pienenevat-vuonna-2022>

Metsä Group Oy. Jokainen puurakennus on hiilivarasto. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 11.9.2023): <https://www.metsagroup.com/fi/uutiset-ja-julkaisut/muut/kampanjat/urban-carbon/jokainen-puurakennus-on-hiilivarasto/>

Niinimäki, J. (2021). Puurunkoisen ja hybridirunkoisen asuinkerrostalon rakentamisen kustannusvertailu betonirunkoiseen asuinkerrostaloon. Diplomityö, Tampereen yliopisto. Saatavissa (viitattu 11.1.2024): <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202112078956>

Nisula, R. & Salmi, A. (2022). Puurakentamisella kestävyttä: Analyysi verkkokeskustelujen kuluttajanäkemyksistä. Alue ja Ympäristö, 51(1), 79–94. Saatavissa (viitattu 10.1.2024): <https://doi.org/10.30663/ay.109144>

Pekkarinen, J. & Sutela, P. (2000). Mikrosta Makroon. 1.–3. painos. Helsinki: Werner Söderström Osakeyhtiö.

Pekkarinen, J. & Sutela, P. 2004. Avain kansantaloustieteeseen. Helsinki: Werner Söderström Osakeyhtiö.

Puinfo Oy. Puurakenteet. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 18.9.2023): <https://puuinfo.fi/rakenteet/>

Puinfo Oy (2018). Puukerrostalon palomääräykset. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 18.11.2023): [https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/06/3\\_Puukerrostalon-palom%C3%A4r%C3%A4y%C3%A4ykset\\_P%C3%84IVITETTY-7.12.2018.pdf](https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/06/3_Puukerrostalon-palom%C3%A4r%C3%A4y%C3%A4ykset_P%C3%84IVITETTY-7.12.2018.pdf)

Puinfo Oy (2020a). Runkojärjestelmät. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 18.9.2023): <https://puuinfo.fi/rakenteet/yhdistelmarakenteet/puukerrostalon-runkojarjestelmat/>

Puinfo Oy (2020b). Suunnittelu. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 17.11.2023): <https://puuinfo.fi/rakenteet/yhdistelmarakenteet/suunnittelu/>

Puinfo Oy (2020c). Rankarakenteet. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 1.10.2023): <https://puuinfo.fi/rakenteet/rankarakenteet/rungon-toimintaperiaate/>

Puinfo Oy (2020d). Ominaispiirteitä. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 2.10.2023): <https://puuinfo.fi/rakenteet/hirsirakenteet/ominaispiirteita/>

Puinfo Oy & TOAS (2022a). TOAS Hippos. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 4.9.2023): <https://puuinfo.fi/2022/10/21/toas-hippos/>

Puinfo Oy (2022b). Vuores Kuusikko. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 10.1.2024): <https://puuinfo.fi/arkkitehtuuri/asuinkerrostalot/vuores-kuusikko/>

Puinfo Oy (2022c). As Oy Kirsikka. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 23.11.2023): <https://puuinfo.fi/arkkitehtuuri/asuinkerrostalot/arolan-kerrostalot-puukerrostalo-as-oy-kirsikka-ja-betonikerrostalo-as-oy-kide/>

Puinfo Oy (2023a). Monikerroslevy (CLT). Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 6.11.2023): <https://puuinfo.fi/puutieto/insinööriutuotteet/monikerroslevy-clt/>

Puinfo Oy (2023b). Suomessa toteutetut puukerrostalot. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 2.11.2023): <https://puuinfo.fi/arkkitehtuuri/asuinkerrostalot/suomessa-toteutetut-puukerrostalot/>

Rakennusteho Group Oy (2022). Tulevaisuus rakentuu Oulunkylään vastuullisesti hirrestä. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 29.10.2023): <https://rakennusteho.fi/2022/12/tulevaisuus-rakentuu-oulunkylaan-vastuullisesti-hirresta/>

Rakennusteollisuus RT Ry (2019). Ulkomaisen työvoiman osuus rakennustyömailla on vakiintunut – korkeasuhdanteessa töitä on ollut tarjolla poikkeuksellisen paljon. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 4.11.2023): <https://www.rt.fi/Ajankohtaista/Tiedotteet1/2019/ulkomaisen-tyovoiman-osuus-rakennustyomaillo-on-vakiintunut---korkeasuhdanteessa-toita-on-ollut-tarjolla-poikkeuksellisen-paljon/>



RakMK E1 (2011). Suomen rakentamismääräyskokoelma E1. Rakennusten paloturvallisuus. Ympäristöministeriö. Saatavissa (viitattu 17.11.2023): [https://www.finlex.fi/data/normit/37126-E1\\_2011-fi.pdf](https://www.finlex.fi/data/normit/37126-E1_2011-fi.pdf)

Soimakallio, S., Häkkinen, T. & Seppälä, J. (2021). Puutuotteet hiilivarastona ja uusiutumattomien materiaalien korvaajina. Suomen ympäristökeskus. Saatavissa (viitattu 20.9.2023): <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/69143d5f-45a2-40ec-b5d7-b895704331de/content>

STT viestintäpalvelut (2022). Puu- ja betonirakentamisen vertailuhanke valmistui Turussa: Puurunkoinen kerrostalo ripeämpi rakentaa ja toimii hiilivarastona koko elinkaarensa ajan – suhdanneherkkyys alan haaste. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 24.11.2023): <https://www.sttinfo.fi/tiedote/69930633/puu--ja-betonirakentamisen-vertailuhanke-valmistui-turussa-puurunkoinen-kerrostalo-ripeampi-rakentaa-ja-toimii-hiilivarastona-koko-elinkaarensa-ajan-suhdanneherkkyys-alaan-haaste?publishe-rid=69819151>

Suomen pankki. Korot. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 12.1.2024): <https://www.suomenpankki.fi/fi/Tilastot/korot/>

Suomen tulli. Ulkomaankaupan tilastotietokanta Uljas. Saatavissa (viitattu 19.11.2023): <https://uljas.tulli.fi/v3rti/db/0/cubes/19>

Suomen varustamot. Suomen varustamot Ry. Verkkosivu. (2023). Ukrainan sodan vaikutukset merenkulkuun ja huoltovarmuuteen. Saatavissa (viitattu 22.11.2023): <https://shipowners.fi/ukrainan-tilanteen-vaikutukset-merenkulkuun/>

Tilastokeskus. Suomen virallinen tilasto (SVT): Tilastokeskuksen maksuttomat tiedokannat, tilinpäätöstilasto. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 16.11.2023): [https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_yrti/statfin\\_yrti\\_pxt\\_13vy.px/table/tableViewLayout1/](https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_yrti/statfin_yrti_pxt_13vy.px/table/tableViewLayout1/)

Tilastokeskus. Suomen virallinen tilasto (SVT): Kuluttajahintaindeksi. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 12.1.2024): [https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_khi/statfin\\_khi\\_pxt\\_11xb.px/chart/chartViewLine/](https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_khi/statfin_khi_pxt_11xb.px/chart/chartViewLine/)

Tilastokeskus. Suomen virallinen tilasto (SVT). Energian hinnat. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu: 5.11.2023): <https://www.stat.fi/tilasto/ehi>

- Tilastokeskus. (2022). Suomen virallinen tilasto (SVT): Energian hankinta ja kulutus. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 5.11.2023): <https://www.stat.fi/julkaisu/clhomy00rtq7g0buvlkdxfhg>
- Tilastokeskus. (2023). Suomen virallinen tilasto (SVT): Kasvihuonekaasut. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 2.9.2023): <https://www.tilastokeskus.fi/julkaisu/cl8a46vp7vq8n0bvyqi4724qw>
- Tilastokeskus. (2023). Suomen virallinen tilasto (SVT): Rakennus- ja asuntotuotanto. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 12.1.2024): <https://stat.fi/tilasto/ras>
- Tolppanen, J., Karjalainen, M., Lahtela, T. & Viljakainen, M. (2013). Suomalainen Puukerrostalo – rakenteet, suunnittelu ja rakentaminen. Helsinki, Suomi: Juvenes Print.
- Tuohimaa, L. (2018). Puukerrostalojen rakennejärjestelmän valinta omaperusteisessa asuntotuotannossa. Diplomityö, Tampereen yliopisto. Saatavissa (viitattu 17.11.2023): <https://urn.fi/URN:NBN:fi:ty-201810262485>.
- Valkama, A. (2017). Puun ja betonin yhdistäminen asuinkerrostalorakentamisessa. Opinnäytetyö, Hämeen ammattikorkeakoulu. Saatavissa (viitattu 11.1.2024): [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/136542/Valkama\\_Arttu.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/136542/Valkama_Arttu.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Valtioneuvosto (2020). Saatavissa (viitattu 4.11.2023): <https://valtioneuvosto.fi//10616/hallitus-totesi-suomen-olevan-poikkeusoloissa-koronavirustilanteen-vuoksi>
- Viljakainen, M. (2005). Avoin puurakennusjärjestelmä - suunnitteluperusteet, Wood Focus Oy. Saatavissa (viitattu 17.11.2023): <https://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/avoin-puurakennusjarjestelma-suunnittelu-perusteet/suunnitteluperusteetkokoohje.pdf>
- Vilmi, L., Nelimarkka, J., & Laine, O. M. (2023). Rahapolitiikan kiristäminen on hillinnyt hintojen nousua. Suomen Pankki. Saatavissa (15.1.2024): [https://publications.bof.fi/bitstream/handle/10024/53175/ET\\_analyysi\\_20231122.pdf?sequence=1](https://publications.bof.fi/bitstream/handle/10024/53175/ET_analyysi_20231122.pdf?sequence=1)
- Yli-Tepsa, H. (2015). Logistiikka ja hallinta. Tiede & edistys, 40(4), 377–385. Saatavissa (viitattu 9.1.2024): <https://doi.org/10.51809/te.105204>
- Ympäristöministeriö (2019). Puurakentamisen ohjelma. Saatavissa (viitattu 18.9.2023): <https://ym.fi/puurakentaminen>