

JULKISIVUN UUDISTUS PUULLA VAI TERÄKSELLÄ?

Logistiikkahallin toimistosta
tasokkaaksi pääkonttoriksi

Laura Lehtinen

Kandidaatintyö
Rakennetun ympäristön tiedekunta
Markku Karjalainen
Huhtikuu 2023

TIIVISTELMÄ

Laura Lehtinen

Julkisivun uudistus puulla vai teräksellä -
Logistiikkahallin toimistosta tasokkaaksi pääkonttoriksi
(Renovating facade - wood or steel
Office of logistic hall to high-quality head quarter)

Tampereen yliopisto

Arkkitehtuurin TkK-tutkinto-ohjelma

Kandidaatintyö

Huhtikuu 2023

Kandidaatintyössäni tutkin puujulkisivua vaihtoehtona sandwich-paneelille ja metallijulkisivulle teollisuushallissa. Korjauskohteena on logistiikkahallissa sijaitsevat toimistotilat. Halli sijaitsee Kotkan Hovinsaarella. Tässä työssä on tutkittu ulkoverhouksen materiaalin vaikutusta arkkitehtuurin, ekologisuuden ja kestävyuden kannalta. Kantava rakenne on olemassa oleva betoninen pilari-palkkirunko.

Rakennusteollisuus on yksi suurimpia päästöjen aiheuttajia. Rakennusteollisuudessa tehdään jatkuvaa tutkimus- ja kehitystyötä kohti vähäpäästöisempää tulevaisuutta. Jo suunnittelupöydällä tulisi tehdä ratkaisuja, jotka ohjaavat kohti ekologisempaa rakentamista. Korjaaminen vai purkaminen, materiaalivalinnat ja muuntojoustavuus ovat isoimpia asioita, joilla päästöihin voi arkkitehtuurin keinoin vaikuttaa. Teollisuusrakennusten suunnittelussa ei välttämättä ole edes arkkitehtia mukana. Niiden suunnittelussa keskitytään toiminnallisuuteen ja kustannustehokkuuteen. Pienilläkin arkkitehtonisilla eleillä saa tylsänkin oloisesta julkisivusta kutsuvamman ja esteettisesti miellyttävämmän. Rakennetun ympäristön laadukkuus ja tyylikkyys ovat myös osa kestävästä rakentamisesta.

Työssäni on kolme osaa. Ensimmäinen osa käsittelee puurakentamista ja -julkisivuja. Puuverhouksen arkkitehtuuriin vaikuttaa moni asia. Puujulkisivun suunnittelussa on myös tärkeää huomioida rakennuspaikan sijainti ja sääolosuhteet. Toisessa osassa käsittelemme teräsrakentamista ja sandwich-paneelijulkisivuja. Markkinoille on kehitelty paljon ratkaisuja, joissa kustannustehokkaasti voidaan sandwich-paneelilla luoda arkkitehtonisempia ratkaisuja. Kolmannessa osassa esittelen suunnittelukohteena olevan hallin. Toimistotilaan on suunniteltu tilaohjelma ja luonnosmaisat pohjaratkaisut. Julkisivu uusitaan toimistotilan kohdalta. Kohteeseen on suunniteltu kaksi vaihtoehtoista julkisivua; puu- ja metallipintainen.

Avainsanat: Puujulkisivu, sandwich-paneeli, metallikasetti, julkisivusuunnittelu

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -ohjelmalla.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	4
2.	PUU	6
2.1.	Puu rakennusmateriaalina	6
2.2.	Puujulkisivut	8
2.3.	Puujulkisivun suunnittelu	9
2.3.1.	Puujulkisivujen materiaalit ja pintakäsittely	10
2.3.2.	Profiilin ja paneelin leveyden valinta	14
2.2.3.	Ladonnan suunta	14
3.	TERÄS	16
3.1	Teräs materiaalina	16
3.2	Teräsulkisivut	17
3.3	Sandwich-paneelien verhousovaihtoehdot	18
4.	LOGISTIIKKAHALLIN SANEERAUS	21
4.1.	Kohteen esittely ja toimeksianto	21
4.2.	Saneeraussuunnitelma	22
4.2.1	Tilaohjelma	22
4.2.2	Palo-osastointi	25
4.2.3.	Ulkoseinätyypit ja rakenteellisuus	26
4.3.	Julkisivukaaviot	27
4.3.1.	Ulkoverhouksena puu	27
4.3.2	Ulkoverhouksena metalli	27
4.4.	Puu- ja peltipintaisen ulkoverhouksen vertailu	29
4.4.1.	Palo	29
4.4.1.	Arkkitehtuuri ja visuaalisuus	30
4.4.2.	Ekologisuus	31
4.4.3.	Kestävyys	32
5.	YHTEENVETO	33
	Lähteet	34
	Kuvalähteet	36

Pitääkö teollisen olla tylsää? Kaupunkien laitamille muodostuu teollisuuskeskittymiä, joiden monotoniset, pitkät ja suorat julkisivut muodostavat paitsi luotaantyöntävän myös pelottavalla tavalla epämiellyttävän alueen. Teollisuusalueiden ollessa viihtyisämpiä ja esteettisempiä ne voisivat olla osa kaupunkirakennetta asuinalueiden puskiessa lähemmäs kaupunkien reunoja.

Näillä teollisuuskeskittymillä on tarkoitus liikkuu erilaisin kulkuneuvoin. Autonopeuksilla kuljettaessa rakennuksia tarkastellaan kaukaa ja havainnoidaan yleispiirteisesti. Kävely tällaisilla alueilla tuottaakin tylsän kokemuksen. Vaikka teollisuuden tarpeisiin on rakennettava isoja komplekseja ja suuren mittakaavan rakennuksia, ihmisen kokemusta ei saisi unohtaa. Mittakaavaa voi arkkitehtuurin keinoin rikkoa ja tuoda lähemmäs ihmisen miellyttäväksi kokemaa mittakaavallisuutta. (Gehl 2010, s. 44–59)

Maankäyttö- ja rakennuslaissa, joka on tärkein ympäristönkäytön ohjauskeino, otetaan epäsuorasti kantaa elinympäristön esteettisyyteen ja esteettiseen laatuun. Ympäristön esteettisyys on kuitenkin monimerkityksinen ja tulkinnallinen määre, jota ei ole helppo ohjeistaa yksiselitteisesti. (Vihanninjoki 2015, s. 63) Tästä vastuu siirtyykin rakennuttajille ja vastaaville suunnittelijoille.

Historiallisesti arvokkaita, vanhoja teollisuusrakennuksia on kunnostettu asumis-, toimitila- ja virkistyskäyttöön, kun kaupungit laajenevat ja ajavat teollisuutta etäämmälle kaupunkien ulkokehälle. Näistä rakennuksista on muodostunut ikonisia, kaupungeille tunnusomaisia maamerkkejä. Tänä päivänä isoissa teollisuuskäyttöön suunnitelluissa rakennuksissa kustannukset ajavat yleensä estetiikan ja arkkitehtuurin edelle.

Rakennusten toiminnallisuus ja monikäyttöisyys ovat tärkeänä osana ekologisempaa rakentamista. Purkava uudisrakentaminen lisää voimakkaasti päästöjä lyhyellä aikavälillä. Välittömät päästöt ovat peruskorjaamisessa aina pienemmät kuin uudisrakentamisessa.

(Huuhka & Lampinen 2021, s. 35) Rakennuksen arvoa lisää, jos se koetaan esteettiseksi ja viihtyisäksi ja sen purkaminen on silloin epätodennäköisempää.

Rakennusteollisuus on alkanut herätä tähän ja on kehittänyt markkinoille tuotteita, joilla pystytään edelleen kustannustehokkaaseen ja nopeaan rakentamiseen, mutta voidaan luoda myös arkkitehtonisesti kiinnostavia ratkaisuja. Teollisuusympäristössä kyse on toiminnallisuuden lisäksi ihmisten työpaikoista ja isosta osasta rakennettua ympäristöä. Työhyvinvointiin liittyy olennaisesti työympäristön viihtyisyys. Osana toimintaa voi olla myös asiakaspalvelu, jolloin ympäristön ja rakennuksen suunnittelu on vielä isommassa roolissa. Jo pienillä asioilla voi vaikuttaa estetiikkaan, ekonomiaa unohtamatta, ja luoda viihtyisyyttä ja yllätyksellisyyttä myös vähän tylsempinä pidettyihin paikkoihin, kuten pienteollisuusalueisiin.

Suomessa suurten rakennusten julkisivuissa on totuttu näkemään peltipintaisia ratkaisuja. Puun käyttöä vierastetaan sen huollon ja kestävyuden kannalta. Taustalla on myös ehkä vaatimattomuus ajattelua, ettei teollisen tarvitse olla niin suunniteltua ja näyttävää.

Puu on ekologisin rakennusmateriaali ja sen käyttöä rakentamisessa tulisi lisätä. Ympäristöministeriön tavoitteena on, että vuoteen 2025 julkisesta rakentamisesta 45 % on puurakentamista. Vuonna 2022 vastaava osuus oli 31 %. (Ympäristöministeriö 2020, s. 4) Puun osuutta rakentamisessa voi kasvattaa vaikka runkoratkaisu tehtäisiin edelleen muilla materiaaleilla.

Terästeollisuus kehittää omia ratkaisuja vastatakseen ilmastotavoitteisiin. Teräsyhtiö SSAB on edelläkävijä päästöjen vähentämisessä ja vihreän teräksen kehittämisessä. Toimitusjohtaja Martin Lindqvistin mukaan vuonna 2016 aloitettuun kehityshankkeeseen teräksen valmistamisesta ilman hiilidioksidipäästöjä, ei silloin uskonut kukaan. Nyt muutkin teräsyhtiöt ovat lähteneet mukaan ja Pohjoismaissa vihreän teräksen tuotannon suunnittelu on jo pitkällä. (Sutinen 2023)

Teollisuusrakentamisessa teräs on keveyden, nopean asennuksen ja pitkien jänneväliden ansiosta eniten käytetty materiaali. Hybridirakentamista hyödyntäen runkoratkaisu voisi olla esimerkiksi terästä ja julkisivu puuta.

2.1. Puu rakennusmateriaalina

Puu on ekologinen materiaali sen hiilensitomisoimaisuusvuoksi. Puuhun sitoutunut hiili on sitoutuneena siihen edelleen, kun se on rakennetussa muodossa. Puurakennus on siis hiilinielu. Julkiset rakennukset rakennetaan edelleen pääsääntöisesti betonista, lasista ja teräksestä. Maailmalla leviää Wood first -ajattelu, jossa ensisijaisena materiaalina pidetään aina puuta. Puu olisi hyvä nostaa tasavertaiseksi materiaaliksi muiden rinnalle myös Suomessa. Kun kysyntä kasvaa, myös tarjonta ja innovaativiset ratkaisut kasvavat. Uudisrakentamisen lisäksi puu on hyvä materiaali korjaus- ja täydennysrakentamisessa. (Ympäristöministeriö 2023, s. 5–6)

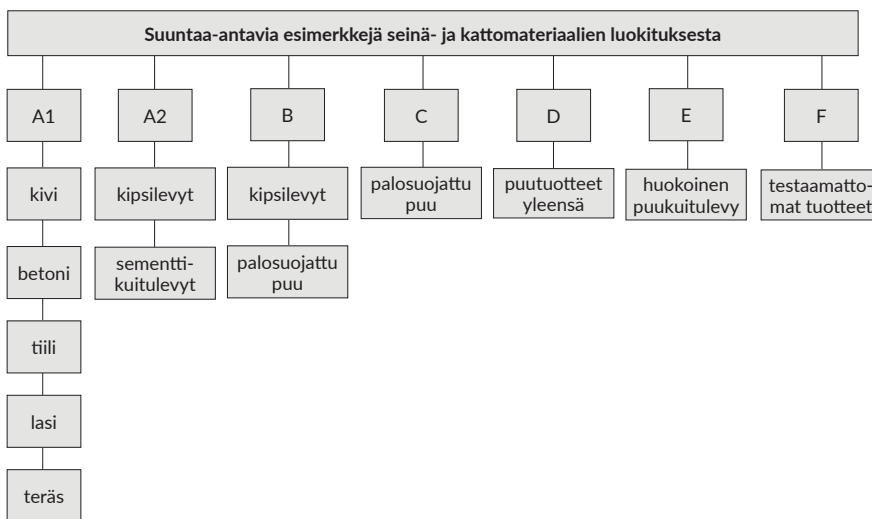
Puu on kiistatta vanhin rakennusmateriaali ja puurakentamisella on pitkät perinteet. Puu mielletään lämpimäksi, ihmisselkeiseksi ja kauniiksi materiaaliksi, joka myös vanhenee kauniisti. Sen monipuolisuus ja muovailtavuus yhdistettynä lujuuteen tekee siitä teollisesti valmistettujen rakennusmateriaalien joukossa hyvin kilpailukykyisen. (Siikanen 2008, s. 8–9) 1900-luvun alussa rakennusteollisuudessa vaikuttaneet teräs ja betoni syrjäyttivät Suomen kansalliskäyttöön materiaalin. Ehkä puuta ja etenkin puuverhousta on pitkään pidetty mummonmökkimäisenä.

Manner-Euroopassa puuta arvostetaan rakentamisessa sen arkkitehtonisten ominaisuuksien vuoksi. Puun käyttö asuinrakennuksissa samoin kuin liike-, teollisuus-, urheilu- ja julkisissa rakennuksissa on yleistä niin kantavissa rakenteissa kuin julkisivuissa. Usein vähintään julkisivu pyritään tekemään puusta vaikka runko olisi tehty betonista. Suomessa puurakennukset verhotaan tiilellä tai muulla materiaalilla. Keski-Euroopassa puuta ei maalata vaan sen annetaan näkyä luonnollisena materiaalina. Lisäksi rakenteet ja detaljiikka jätetään usein näkyviin ja niitä jopa korostetaan. Kattorakenteilla saa aikaan näyttävää arkkitehtuuria. (Siikanen 2008, s. 15–17)

Elementointi mahdollistaa puurakentamisessa tietynlaisen samanlaisen tehokkuuden, jota on hyödynnetty betonirakentamisessa. Elementit voidaan esivalmistaa suojatuissa ja valaistuissa tiloissa ja kuljettaa työmaalle asennettaviksi. Elementtien kokoa määrittää usein logistiikka työmaalle.

CLT (Cross Laminated timber) -tekniikka, jossa ristiinliimatut massiiviset puulevyt toimivat rakennuksen kantavina pysty- ja vaakaelementteinä, mahdollistaa nopeamman ja tehokkaamman rakentamisen. Massiivilevyelementit ovat kilpailukykyisiä varsinkin monikerroksisten rakennusten rakentamisessa. Elementeillä on helppo liitostekniikka, jäykkyys, hyvä ilmatiiviyys ja vähäinen painuma. (Karjalainen 2021)

Puu on palava materiaali ja se on puurakennusten suurin haaste. Palosuojattuna puuta voidaan kuitenkin käyttää monipuolisesti. Rakennustarvikkeet ja pinnat jaetaan luokkiin A–D, sen mukaan miten ne osallistuvat paloon (kuva 1 ja taulukko 1). Palosuojattunakaan puu ei yllä luokkaan A. Rakennuksen sisä- ja ulkopinnoille on asetettu luokkavaatimuksia paloluokittain.



Kuva 1. Paloluokat. Puuinfo 2021

Osallistuminen paloon		Savun tuotto		Palavien pisaroiden ja osien tuotto	
Kuvaus	Merkintä	Kuvaus	Merkintä	Kuvaus	Merkintä
Ei osallistu paloon	A1	Erittäin vähäinen	s1	Ei esiinny	d0
Osallistuu erittäin rajoitetusti	A2	Vähäinen	s2	Nopeasti sammuvia esiintyy	d1
Osallistuu hyvin rajoitetusti	B	Muu kuin s1 tai s2	s3	Muu kuin d0 tai d1	d2
Osallistuu rajoitetusti	C				
Osallistuminen hyväksyttävää	D				
Käyttäytyminen hyväksyttävää	E				
Käyttämistä ei ole määritetty	F				

Taulukko 1. Rakennustarvikkeiden luokkamerkinän muodostuminen yleisesti. Puuinfo 2021

Palosuojaamattoman puun pintaluokkamerkintä on D-s2, d0 ja palosuojatun puun B-S1, d0. Puuritilän käyttö on haastavampaa kuin yhtenäisen puupinnan. Ritiän muodostavissa osissa on neljä palavaa pintaa. Tästä johtuen ritiän pintaluokka ei saavuta samaa luokkaa kuin yksittäisen osan pintaluokka on. (Puuinfo 2021, s. 23)

Puujulkisivuun on suunniteltava palokatkot palon leviämisen estämiseksi. Polttokokeiden tutkimuksissa on havaittu, että palo leviää ulkoverhouksen takana olevassa tilassa eikä ulkoverhouksen ulkopinnalla. Palokatkojen tulee sijaita tuuletusraossa ulkoverhouksen takana eikä ulkopinnassa. Vaakasuuntaisia palokatkoja tarvitaan 1 kpl/kerros. Vaakasuuntaisten palokatkojen lisäksi tarvitaan pystysuuntaisia palokatkoja, jotka muodostuvat luontevasti koolauspuista 600 mm:n välein. (Puuinfo 2021, s. 41–42)

Puujulkisivun käyttö suojaamattomalla D-luokan materiaalilla edellyttää, että ensimmäinen kerros on luokkaan B kuuluvaa materiaalia. (Puuinfo 2021, s. 51)

2.2. Puujulkisivut

Julkisivu on rakennuksen käyntikortti. Julkisivu luo rakennuksesta arkkitehtonisesti visuaalisen kokonaisuuden. Sen toinen tärkeä tehtävä on suojata rakenteita sääolosuhteilta, saateelta ja auringonsäteilyltä.

Puu on muovattavuutensa ansiosta hyvin arkkitehtoninen materiaali (kuvat 2–5). Sen lähes rajaton muokattavuus ja pintakäsittelymahdollisuudet tekevät siitä hyvin monipuolisen. Jatkuvasti kehitettävien käsittelyjen ansiosta huoltoväli pitenee ja säänkestävyys paranee.

Puuta pidetään helposti työläänä ja huollettavana materiaalina. Oikein huollettuna se on kuitenkin pitkäikäinen. Rakennuspaikan sijainti vaikuttaa myös puujulkisivun kestävyYTEEN. Tuulelle ja viistosateelle altis paikka kuluttaa julkisivua enemmän kuin suojainen sisämaan paikka. Varsinkin korkeat julkisivut ovat alttiina sääilmiöille, oli kyse porottavasta auringonpaisteesta tai viistosateesta.

Puun pintakäsittely on Suomessa otettu käyttöön 1800-luvulla. Siihen asti “kansallisharmaa” on värittänyt suomalaista kylämaisemaa. Puupintoja alettiin maalaata lähinnä sen koristeellisuuden, ei suojaamisen takia. Oikein suunnitelluissa ja suojatuissa pinnoissa puu ei tarvitse suojamaalauksella säilyäkseen vaan patinoituu ja säilyy rakennuksen käyttöänsä ajan.

Maalaus käsittely on kuitenkin suotavaa, koska varsinkin auringon UV-säteily aiheuttaa puussa eroosiota. Pintakäsittely on kuitenkin valittava ja toteutettava huolellisesti, että se suojaa toivotusti. (Siikanen 2008, s. 184–185)

“Kansallisharmaa” on tehnyt paluun ja tämän hetken rakentamisessa suositaan taas luonnollisuutta ja ajan patinaa. On puulajeja, joita voi käyttää käsittelemättöminä, mutta markkinoille on kehitetty myös käsiteltyjä tuotteita, jotka ajan myötä ja sään vaikutuksesta harmaantuvat luonnollisesti.

2.3. Puujulkisivun suunnittelu

Puurakennuksen arkkitehtuuriin vaikuttaa rakennuksen massan ja hahmon lisäksi moni tekijä. Tämän päivän ajatuksella puu on luonnonmukainen materiaali ja se saa myös näkyä ja ikääntyä. Puulla on lähes rajattomat käyttömahdollisuudet muovailtavuutensa ansiosta monimuotoisissa ja orgaanisissa pinnoissa.

Puun käyttöä julkisivuissa rajoittaa tietynlaiset ennakkoluulot puun kestävydestä. Jukka Lahdensivun mukaan julkisivusuunnittelussa ongelmia ei aiheuta niinkään julkisivumateriaali vaan huolimattomasti suunnitellut ja toteutetut detaljit. Puun haasteena on kuitenkin suuret lämpö- ja kosteusliikkeet. Koville säärasituksille alttiin rakennuksen puujulkisivu voi



Kuva 2. Kirkko Norjassa.
Hundven-Clements Photography



Kuva 3. Talo Saksassa. Erich Spahn



Kuva 4. Toimisto Itävallassa. Paul Ott



Kuva 5. Talo Tukholmassa. Åke Eson Lindman

tarvita huoltomaalausta seitsemän vuoden välein. Monikerroksisten puurakennusten rakentamisesta ei ole kokemusta vielä niin pitkältä ajalta, että tiedettäisiin miten julkisivut kestävät. (Ahti-Virtanen 2023)

Puujulkisivuja voidaan valmistaa kahdesta päätyypistä: paneeleista ja levyistä. Levyllä saadaan aikaan eheämpää isompaa pintaa, kun taas yksittäisillä paneeleilla pinnasta tulee eläväisempi ja rikotumman näköinen.

Puujulkisivua suunniteltaessa tulee kiinnittää huomioita:

- Materiaaliin ja pintakäsittelyyn
- Paneelin profiiliin ja leveyteen
- Ladonnan suuntaan
- Paneelien kiinnitykseen

2.3.1. Puujulkisivujen materiaalit ja pintakäsittely

Materiaalit kehittyvät koko ajan ja käsittelyissä pyritään luonnonmukaisiin menetelmiin. Puu on ekologinen materiaali, joten sen käsitteleminen myrkyllisillä aineilla on ristiriitaista. Myrkyttömyys myös mahdollistaa puun kierrättämisen sen elinkaaren tultua päätökseen. Pintakäsittelyllä voidaan yleensä pidentää puujulkisivun elinikää. Toisaalta esimerkiksi lehtikuusi kestää paremmin käsittelemättömänä kuin käsiteltynä. Taulukossa 2 on yhteenvedona seuraavaksi esitettävät materiaalit.

Accoya

Puuta on kehitetty paljon sen kestävyys ja huoltovälien pidentämiseksi. Accoya®-tuotemerkillä käsitelty puu on kyllästetty vahvalla etikkaliuksella, joka muuttaa puun solurakenteen pysyvästi. Menetelmä on ekologinen ja myrkytön ja tekee puusta hyvin kosteudenkestävää ja mittapysyvää. Sille annetaan 50 vuoden takuu pintakäsittelmättömänä. Käsittelyä ei tällä hetkellä voida käyttää pohjoismaisten puulajien kanssa. Radiata-mänty tulee Espanjasta ja Uudesta-Seelannista. Tuotetta kuitenkin kehitetään koko ajan niin, että se toimisi myös pohjoismaisiin puulajeihin. (Sipiläinen 2021) Accoya® on väriltään vaalea ilman pintakäsittelyä ja se harmaantuu muutamassa vuodessa ulkona (kuvat 6 ja 7). Ilman pintakäsittelyä Accoya® on täysin huoltovapaa. Accoya® voidaan kuitenkin halutessa pintakäsitellä ja pintakäsittelyaineet pysyvät siinä 2–3 pidempään kuin tavallisessa puussa (RT 2021). Jätkäsaaren Wooden city -rakennusten julkisivut rakennetaan Accoya® tuotemerkin puusta.

Lehtikuusi

Perinteinen pintakäsittelmättömänä toimiva julkisivumateriaali on lehtikuusi. Se on erittäin kestävä ja sisältää luonnon omia suoja-aineita. Lehtikuusi kestää huoltovapaana useita vuosikymmeniä, kun ei ole maakosketuksessa. Pinta on esin vaalea ja harmaantuu ajan saatossa ja sillä saa hyvin luonnollisen ilmeen julkisivulle (kuva 8). Kestävyyteen vaikuttaa materiaalin paksuus. Kuultokäsitellyn lehtikuusen huoltoväli on puolet tiheämpi. (Sipiläinen 2021) Suomessa lehtikuusta istutetaan, mutta ei niin paljon, että sitä saataisiin teolliseen käyttöön. Suomessa rakentamisessa käytetty Siperian lehtikuusi tuodaan Euroopasta tai nimensä mukaisesti Venäjältä.

Julkisivulevyt

Julkisivulevyjä on useilla valmistajilla. Siparillan Platta-julkisivulevyt tehdään ristiinliimatusta kolmikerroksisesta kuusiliimalevystä (kuva 9). Levyt ovat kevyitä ja hyvin työstettäviä. Ne maalataan valmiiksi ennen asennusta. Levyt ovat naulattomia ja ne voidaan asentaa joko työmaalla tai elementtitehtaalla. Kuusiulkoverhoillun julkisivun huoltoväli on paikasta ja käsittelyaineesta riippuen 10–20 vuotta. (Sipiläinen 2021)

Lämpöpuu

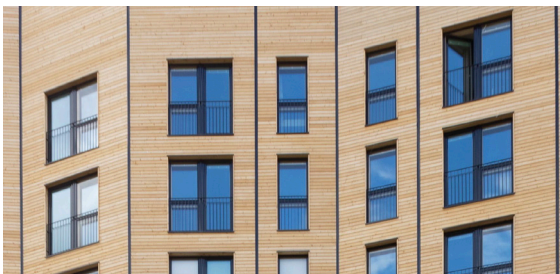
Lämpökäsittelyllä puuta muokataan ekologisesti kestävämmäksi. Suomessa kehitelty, vuonna 1993 läpimurron tehnyt lämpömodifointimenetelmällä valmistettu tuote, ThermoWood®, perustuu puun ominaisuuksien muokkaamiseen lämmön ja vesihöyryn avulla.



Kuva 6. Accoya harmaantuneena. Accoya



Kuva 7. Tuore Accoyapinta. Accoya



Kuva 8. Lehtikuusi. Lauta Oy.



Kuva 9. Julkisivulevyt. Veikka Hännikäinen.

Lämpömodifioitua puuta ei tarvitse pintakäsittellä (kuva10). Lämpöpuuta ei tarvitse jatkossakaan käsitellä, jos hyväksyy pinnan harmaantumisen. (Sipiläinen 2021) Sääräsitruksen alaisille tuotteille suositellaan kuitenkin pintakäsittelyä. Pintakäsittely tapahtuu samanlaisilla aineilla kuin lämpömodifioimattomat puupinnat. Huoltoväli on riippuvainen valitusta pintakäsittelyaineesta. Tuotteet voidaan palosuojakäsittellä luokkaan C ja B, korkein saavutettava pintaluokka on B-s1, d0. (Lahtela 2021, s. 32) Thermo Woodin raaka-aineena voidaan käyttää monipuolisesti eri puulajeja ja valikoitua hyvälaatuista sahatavaraa. Pohjoismaisessa havupuussa tämä tarkoittaa sydänsahatavaraa eli puun tyviosaa. (Lahtela 2021, s. 9)

Hiilletty pinta

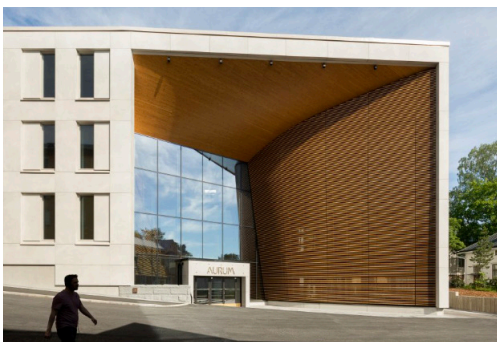
Puun nokeaminen on ikivanha tapa käsitellä puuta. Hiilittämällä puun pintaan luodaan suojaava kerros. Menetelmä on lähtöisin Kauko-Idästä ja se soveltuu kaikille puulajeille. Puulajille ominainen pinnan kuviointi jää näkymään nokikerroksen alta. Tekniikalla saadaan aikaan näyttävää tumma pinta (kuva 11). (Sipiläinen 2021)

Kuusi

Kotimainen kuusi on perinteisesti käytetty materiaali julkisivussa. Kuusiulkoverhouspaneelit ovat edullinen vaihtoehto. Huoltoväli on tiheä n. 10–15 vuotta ja riippuvainen rakennuksen sijainnista. Pintakäsittely on ehdoton edellytys ulkoverhouksen kestävyydelle. Profileja ja pintakäsittelymahdollisuuksia löytyy useita. (Sipiläinen 2021)

Pintakäsittely ja väri

Puun pinnan käsittelyllä voidaan peittää tai korostaa puun omaa luontaista pintaa. Pintakäsittelyyn soveltuvia aineita ovat mm. puunsuoja-aineet, vahat, lakat ja maalit. Pigmentoidut aineet suojaavat puuta paremmin auringon UV-säteilyltä. Tumma, kuultava käsitelyaine jopa pahentaa auringon UV-säteilyn vaikutuksia aurinkoisella seinustalla. (Siikanen 2008, s. 185)



Kuva 10. Lämpöpuu. Wellu Hämäläinen.



Kuva 11. Hiilletty pinta. Tuomas Uusheimo.

Peittävällä pintakäsittelyllä suojatun julkisivun visuaalisimmaksi tekijäksi nousee pintakäsittelyn väri. Valmistajien ulkovärikartoista sävyjä löytyy tuhansia. Ulkovärikartat on suunniteltu helpottamaan valintaa ja ne koostuvat murretuista sävyistä. Murretut sävyt ovat luonnollisempia ja ne koetaan sopivan paremman ulkotilaan. Toki mitä tahansa NCS-sävyä voi käyttää myös ulkovärinä. NCS-koodin avulla voi löytää harmonisia ja yhteensopivia väripareja. Esimerkiksi ulkoverhoukseen ja ikkunapuitteisiin voi valita saman värisekoituksen eri kylläisyysasteella. Isolla pinnalla, luonnonvalossa ja ympäristössään väri havaitaan erilaiseksi. Ulkoväreiksi kannattaa valita aina vähän tummempi ja vähemmän värikylläinen sävy kuin se miltä haluaa valmiin pinnan näyttävän. (Weber, s. 7–8)

NCS-koodisto on universaali värikieli, joka määrittelee värejä sellaisena kuin ihminen ne näkee. NCS-koodi auttaa suunnittelijaa määrittelemään ja valitsemaan värejä. Järjestelmän avulla voidaan rakentaa hallittuja ja harmonisia värikokonaisuuksia. Värien osien muutokset voi lukea koodista ja siten hakea sopivaa yhdistelmää vaikka saman värin eri tummuusasteista. (Teknos nd)

Materiaali	Ulkonäkö	Huolto	Ominaisuudet
Accoya	Harmaantuu parin vuoden kuluessa Saattaa muuttua laikukkaaksi ennen pinnan sävyn lopullista tasaantumista	Kestävyystakuu 50 vuotta Julkisivujen pesu ja harjaus tarvittaessa	Huoltovapaus, kestävyys, lahoamattomuus
Lehtikuusi	Sydänpuu erottuu vaaleammasta pintapuusta Harmaantuu kelomaiseksi ajan kuluessa	Oikein asennettuna kestää helposti 50 vuotta, julkisivujen pesu tarvittaessa Ei kaipaa pintakäsittelyä	Puuaineen luontaiset ominaisuudet parantavat biologista kestävyyttä
Platta-levy	CLT-rakenteinen levymäinen pinta, täysin valmiiksi käsitelty tuote piilokiinnityksellä Saatavilla vain peittävällä käsittelyllä Kolme eri kokovaihtoehtoa	Huoltoväli 10–20 vuotta	Asentamisen nopeus, tuotteen keveys, kotimaisuus, hyvä sääkestävyys
Lämpöpuu	Alkuun tumma, mutta harmaantuu muutamassa vuodessa	Voi käyttää ilman pintakäsittelyä Pintakäsitelty lämpöpuu huollettava kohdekohtaisesti, lämpöpuun pihkattomuus pidentää huoltoväliä	Kotimaisuus, hyvä muotopysyvyys, pihkattomuus, hyvä biologinen kestävyys
Hiilretty pinta	Persoonallinen ulkonäkö Tahraa ilman pintakäsittelyä	Öljyminen 5–15 vuoden välein parantaa pitkäaikaiskestävyyttä ja ulkonäköä Huoltoväli 10–20 vuotta	Hyvä lahon- ja kosteudenkestävyys
Kuusiulko-verhouslaudat	Perinteinen puu-ulkoverhousmateriaali Saatavilla teollisesti pohja-, välimaalattuna tai valmiiksi maalattuna	Huoltoväli 10–20 vuotta	Muunneltavuus, kotimaisuus, edullisuus

Taulukko 2. Eri puu-ulkoverhousmateriaalien ja -tuotteiden ominaisuuksia. Sipiläinen

2.3.2. Profilin ja paneelin leveyden valinta

Profilin ja sen kiinnitys

Ulkoverhouspaneelin profiili vaikuttaa ison pinnan lopulliseen ulkonäköön. Kuvassa 12 on esitetty tyypillisimpiä ulkoverhouslautojen profileja. Pontattujen paneelien lisäksi julkisivussa voidaan käyttää myös rimoitusta ja suorareunaista puutavaraa. Rimoitusta käytettäessä on kuitenkin oltava tarkkana palomääräysten kanssa. Erillään olevat rimat eivät muodosta yhtenäistä seinäpintaa ja palo pääsee leviämään nopeammin.

Kiinnitys on yksi tapa korostaa tai häivyttää yksityiskohtia. Pelkistettyyn, yksinkertaiseen julkisivuun on mahdollista valita piilokiinnitys.

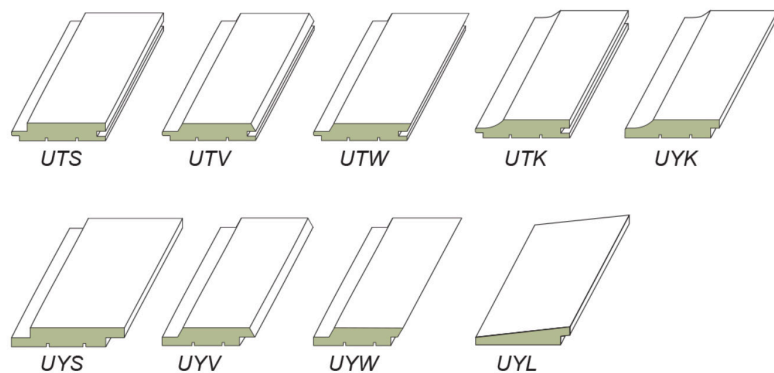
Paneelin leveys

Puujulkisivun ulkonäköön vaikuttaa myös paneelin leveys. Tehokeinona voi käyttää hyvin kapeaa tai hyvin leveää paneelia. Leveät ulkoverhouspaneelit on valmistettu liimatuista aihioista ja ne on aina pintakäsitelty täysin valmiiksi ennen asennusta. Ne voivat olla jopa 345 mm leveitä.

2.2.3. Ladonnan suunta

Puujulkisivussa ladonnalla ja sen suunnalla voidaan luoda arkkitehtonista ilmettä julkisivuun. Julkisivuverhouksessa ladonta vaikuttaa suuresti lopputulokseen; käyttääkö pysty-, vaaka vai vinoladontaa vai niiden yhdistelmää.

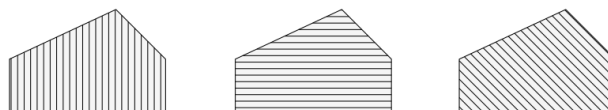
Myös rimoituksilla ja levytyksillä saadaan aikaan erilaisia vaikutelmia. Ladontaa suunniteltaessa on kuitenkin huomioitava miten eri suuntainen panelointi käyttäytyy erilaisissa ilmasto-olosuhteissa (kuva 13).



Kuva 12. Ulkoverhouslautojen vakioprofilit. Puuinfo

- Pystysuuntainen ladonta on sateensuuntainen ja se onkin optimaalisin ja varmin ratkaisu mihin tahansa paikkaan.
- Vaakasuuntaisessa ladonnassa sadevesien valuminen pinnasta on hitaampaa. Se aiheuttaa riskin sadeveden tunkeutumisessa sisäpuoliseen rakenteeseen ja kosteusvaurioihin. Toisaalta asennus on yksinkertaisempaa ja halvempaa.
- Vinottainen ladonta on asennuksen puolesta haastavin. Toisaalta se on visuaalisesti hyvin voimakas ja sillä pystyy luomaan erilaisia efektejä. Vinoladonta sisältää riskin valumavesien pääsystä ovien ja ikkunoiden liittymien kautta rakenteeseen. Materiaalia myös kuluu enemmän. (Lunawood nd, pp. 9)

Rakennuksen massa ja muoto toimivat yhdessä paneelien suunnan kanssa. Valitsemalla tietynlaisen ladonnan voidaan korostaa tai tarvittaessa häivyttää tiettyä suuntaa rakennuksen hahmosta. Pitkänomaiseen muotoon valitaan yleensä vaakalautoitus ja korkealle kurkottavaan pystylautoitus. Näitä rikkomalla saadaan aikaan mielenkiintoisia efektejä. Ladontaa voi käyttää myös tehokeinona muuttamalla suuntaa.



Orientation	Vertical	Horizontal	Diagonal
Water drainage	● quick and uniform	● medium	● slow
Suitable for	Any location.	With caution in areas with high rainfall.	To be avoided in areas with high rainfall.

Project



Architect: Marià Castelló Martínez.
Photo: Marià Castelló Martínez.



Mercat Barcelona. Spain.
Architects: Maria Manrique and Gisela Planas.
Photo: Pere Virgili.



Casa A, Portugal.
Architects: REM'A Arquitectos.
Photo: Ivo Tavares Studio.

Kuva 13. Ladonnan vaikutus kestävyteen. Lunawood

3.1 Teräs materiaalina

Teräksen valmistus mullisti rakennustuotannon 1800-luvulla syrjäyttäen muut materiaalit. Teräs on kevyt, luja ja moneen muotoon muokattava materiaali. Palamattomana sen pinta luokitellaan luokkaan A1. Teräsrakenteet on myös helppo purkaa ja käyttää uudelleen. (Teräsrakenneyhdistys nd)

Teräksestä valmistetaan kantavia rakenteita, mutta myös ohutlevytuotteita, joita käytetään varsinkin julkisivuissa. Terästä voi palosuojata ja pintakäsitellä peittomaalaamalla. Vaikka teräs on pintana palamaton, lämpö aiheuttaa teräksen lujuuden voimakkaan laskun. Kantavat rakenteet on palosuojattava maalaamalla tai levyttämällä. Voimakkaan ilmastorasituksen alaisiin kohteisiin voidaan käyttää sinkittyä eli ruostumatonta terästä. Teräsrakentamisessa rakennuspaikka luokitellaan ympäristöolosuhteiden mukaan.

Teräsrakentaminen jättää suuren hiilijalanjäljen. Valmistusmenetelmiä kehitetään kuitenkin kokoajan ja teräsvalmistaja SSAB johtaa Hyprit-hanketta, jonka tavoitteena on, että fossiilivapaata terästä tuotetaan täydellä volyyminä jo vuonna 2030. (Koivisto 2023) Fossiilivapaa teräs tarkoittaa valmistustapaa, jossa raudan pelkistys tapahtuu vedyn avulla eikä hiilen ja koksen avulla. Valmistuksen ollessa vähäpäästöistä, teräs olisikin jo ekologisempi materiaali, koska elinkaarensa päähän tullut teräsrunkoinen rakennus voidaan myös kierrättää sataprosenttisesti. (Lundell 2022)

Hybridirakentamisella tarkoitetaan eri materiaalien yhdistämistä. Perinteisemmin teräksen kanssa on ollut materiaalina betoni, mutta puurakentamisen yleistyessä julkisessa rakentamisessa, tulevaisuudessa tullaan näkemään enemmän puu- ja teräsyhdistelmää; teräs kantavana runkona ja puu ulkoverhousmateriaalina.

3.2 Teräsjulkisivut

Sandwich-paneelit ovat nopea ja kustannustehokas tapa rakentaa julkisivu. Elementit ovat kevyitä, mutta niillä on hyvä eristävyys ja palonkesto. Yksinkertaisimmillaan elementti koostuu kahdesta teräsohutlevystä, >0,6 mm, joiden välissä on mineraalivilla (kuva 14). Paneeleita voidaan käyttää myös väliseinissä ja sisäkatoissa.

Sandwich-paneeleita löytyy useilta valmistajilta ja ne on nimetty valmistajan mukaan. Paneeleita on käytetty laajalti varsinkin teollisessa rakentamisessa sen helppouden ja edullisuuden takia. Elementit ovat kevyitä, asennusvalmiita ja helppoja työstettäviä. Valmistajilla on myös erilaisia pintaprofileita ja väri vaihtoehtoja.

Sandwich-paneelin pitkäaikaiskestävyys riippuu eristeen laadusta ja asennuksen huolellisuudesta. Kivillaeristeellä on 80 % lujudesta jäljellä 50 vuoden kuluttua. Lasivillaytimisillä lujuudesta on jäljellä 30 %. Testit on tehty vastamaan Etelä-Suomen ilmasto-olosuhteita (Koskenoja 2018, s. 6) Oikein asennettuna kevytelementit ovat varsin kestäviä ja vähän huollettavia. Suurimmat ongelmat johtuvat yleensä asennusaikaisesta detaljiikasta. Pellitystyöt, läpiviennit ja saumojen tiiveys ovat yleisimpiä vaurioiden aiheuttajia. Valmistajilta löytyy hyviä ohjeita ja detaljeja, mutta edellä mainitut asennusvirheet ovat huomattavan yleisiä. Pienilläkin asennusvirheillä voi olla kauaskantoiset seuraukset. Myös lämpötilanvaihtelut ja siitä aiheutuva lämpöliike paneelin ulkopinnassa voi aiheuttaa ongelmia, jos asiaa ei ole huomioitu. (Willman 2010)



Kuva 14. Sandwich-paneeli.
Paroc Panel System



Kuva 15. Julkisivun ripustun paneelin kylkeen.
Paroc Panel system

3.3 Sandwich-paneelien verhousvaihtoehdot

Sandwich-paneelin teräsohutlevypintaan voi valita tietynlaisen profiilin ja pintakäsittelyn. Eri valmistajilla löytyy erilaisia vaihtoehtoja ja vakiovärejä. Paneelien korkeus on yleensä 1200 mm ja ne asennetaan ponteittain pysty- tai vaakasuuntaan. Jänneväli on yleensä korkeintaan 12 m. Pontittomaan saumaan ruuvataan peltalista. Pelkkä paneelipintainen julkisivu tuottaa tylsähkön ja yksitoikkoisen vaikutelman. Usein kuitenkin hallirakentamisessa tähän vaihtoehtoon päädytään.

Valmistajista ainakin Paroc Panel System Oy on kehittänyt paneelin, jonka teräslevyn lujuus on niin suuri, että se sallii julkisivuverhouksen kiinnittämisen asennuskiskoilla suoraan paneelin kylkeen (kuva 15). Tuulettuvan julkisivun verhous voi olla mitä materiaalia vain. Tällaisen julkisivun asennus on lisätyötä verrattuna pelkkään paneeliasennukseen. Valmistajat ovat kehittäneet viime vuosikymmeninä ratkaisuja, joilla saadaan tuotettua arkkitehtonisempia ja visuaalisesti näyttävämpiä julkisivuja asennustyön pysyessä kohtuullisena.

Sandwich-paneelin ja verhouksen valinta

- Paksuus määräytyy kohteen U-arvon ja palonkestovaatimusten mukaan. Valmistaja-kohtaisia eroja ei juuri ole. Paroc Panel Systemin kehittämällä Quad Core:lla saavutetaan lämpimän tilan U-arvo jo 120 mm paneelilla, kun peruskivillaytimellä varustetulla paneelilla paksuus on 240 mm.
- Ulkoverhous on mahdollista toteuttaa jättämällä paneelin oma pinta näkyviin, käyttämällä jotain valmista julkisivujärjestelmää tai kiinnittää paneelin tuulettuva julkisivu.
- Paneelin oma pinta: profiilin, materiaalin ja värin valinta. Ruukki Oy on kehittänyt Patina-paneelin eli CorTen-pintaisen sandwich-paneelin. CorTen-paneelia on ensi kertaa käytetty Ruotsissa rakennettuun Padel-halliin (kuva 16). Rakennuksen pääarkkitehti Elin Pantzaren mukaan paneeleita käytetään usein rakennuksissa, joissa on kovat aikataulu- ja kustannuspaineet. Se johtaa siihen, ettei rakennusten ulkonäköä mietitä riittävästi. Hän ennustaa, että Patina-paneeli lisää mahdollisuuksia toteuttaa arkkitehtonisia rakennuksia kustannuspaineessa. (Rautio, 2021, 18–19)



Kuva 16. CorTen-paneeli julkisivussa. Ruukki Oy.

- Valmiita julkisivujärjestelmiä löytyy esimekiksi Paroc Panel Systemin kehittämä Dri-Design, jossa erilaisia alumiinikasetteja kiinnitetään sandwich-paneelin pintaan.
- Tuulettuva julkisivu kiinnitetään sandwich-paneelin pintaan ja verhouksena voi käyttää mitä tahansa ulkoverhousmateriaalia. Paneelin teräslevy on oltava riittävän luja kantamaan verhouksen painon.

Dri-Design

Dri-Design-järjestelmä on modulaarinen ja helppokäyttöinen ja jopa kaksi kertaa nopeampi asentaa kuin muut vastaavat julkisivujärjestelmät. Dri-Designissa ei ole erillisiä kiskokiinnityksiä vaan kasetit voidaan kiinnittää suoraan paneeliin. Tämä nopeuttaa asennusta ja tarjoaa lähes rajattomat suunnittelumahdollisuudet kasettien koon ja tyylin valinnan suhteen. (Paroc Panel System Nd)



Kuva 17. Dri-Design- järjestelmä. Paroc Panel System.



Kuva 18. Dri-Design- järjestelmällä toteutettuja julkisivuja. Paroc Panel System.

Paroc on kehittänyt järjestelmään neljä erilaista kasettivaihtoehtoa: Tapered, Shadow, Perforated, Flat (kuva 18). Limittämällä, hammastamalla ja rei'ittämällä kasetteja saadaan isoon pintaan luotua näyttäviä efektejä ja 3-ulotteista pintaa. Kasetit eivät ole sidottu elementtien kokoon ja niiden saumajakoon. Kasetit asennetaan työmaalla paikallisesti jo asennettujen elementtien päälle. Perinteiseen sandwich-paneeli -asennukseen verrattuna tämä tuo lisäyötä ja kustannuksia. (Paroc Panel System Nd)

"Dri-Design-järjestelmän ekologinen jalanjälki on ainutlaatuinen verrattuna komposiittimateriaaleja ja vaahtoa hyödyntäviin julkisivujärjestelmiin. Dri-Design-kasetit valmistetaan kierrätetystä metallista. Ne ovat 100% kierrätettäviä ja ne voidaan myös käyttää uudelleen. Dri-Design-järjestelmän yksikerrosteknologiassa ei ole muoviydintä, kuten muissa metallikomposiittivaipparakenneratkaisuissa. Koska järjestelmässä ei ole tiivisteitä liitoskohdissa eikä öljypohjaisia tiivisteaineita käytetä, se säästää fossiilisia polttoaineita ja pienentää yläpitokustannuksia tulevaisuudessa. " (Rakennusfakta 2021)

Muut metalli- ja teräspintaist julkisivut

Tuulettavana julkisivuna sandwich-paneelin levyyn kiinnitettäviä metallikasetteja löytyy monelta eri teräsvalmistajalta. Kasettien suunnittelussa rajoittavana tekijänä on vain levyn koko. Kasetteja valmistetaan eri materiaaleista. Ruukki Oy valmistaa kasetteja seuraavista materiaaleista:

- Metallit: alumiini, kupari, messinki ja pronssi. Metallipintoja voi maalata sekä esipatinoida.
- Seokset: ruostumaton teräs, maalipinnoitettu teräs, Cor-Ten, alumiinikomposiitti, Rheinzink.
- Muut: lasi.

LOGISTIikkaHALLIN SANEERAUS

4.1. Kohteen esittely

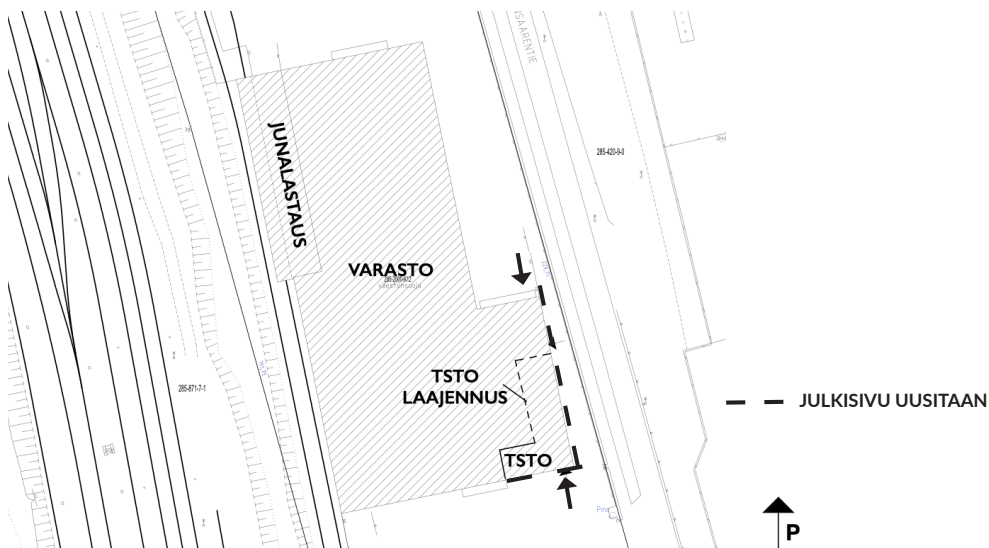
Suunnittelukohte on Kotkan Hovinsaarella Hietasen satama-alueen läheisyydessä sijaitseva logistiikkahalli, joka on rakennettu vuonna 1998. Rakennuksen kokonaisala on 9800 kem² ja se on noin 8 m korkea yhdessä kerroksessa sijaitsevaa puolilämmintä varastotilaa. Rakennuksen kaakkoiskulmassa sijaitsevat n. 600 kem² sosiaali- ja toimistotilat kolmessa kerroksessa. Hallissa on lukuisia lastauslaitureita ja pistoraide. Rakennus toimii tällä hetkellä alkuperäistä käyttötarkoitusta vastaavassa logistiikkakäytössä, lähinnä sinne saapuvien tuotteiden väli- ja rahtivarastona.

Halli sijaitsee teollisuusalueella lähellä merenrantaa. Alue on tyypillistä teollisuusaluetta asfalttikenttineen, verkkoaitoineen ja peltijulkisivuineen. Länsi-itäsuunnassa tontti rajautuu Hovinsaarentiehen ja ratapiha-alueeseen. Pohjois-eteläsuunnassa tontti rajautuu viereisiin kiinteistöihin.

Omistajayritys tekee selvitystä tarvittavista muutostöistä rakennuksen muuntamiseksi omaan toimintaan sopivaksi. Toimeksiannon mukaan toimistotilan tulisi olla edustavan nä-



Kuva 19. Hallin toimisto-osanpuoleinen julkisivu ennen saneerausta. Erkomat Oy



Kuva 20. Pohjakerros. Laura Lehtinen.

köistä, ottaen huomioon kansainväliset yritysvieraat, ja ennen kaikkea henkilöstölle viihtyisää. Toimeksiantaja on määritellyt tilatarpeen kaikille yrityksen ydintoiminoille.

Hallin nykyiset toimitilat eivät tule riittämään kokonsa puolesta eivätkä muutenkaan vastaa kansainvälisen yrityksen standardeja. Toimitiloille suunnitellaan laajennusta ja perusparannusta. Laajennus toteutetaan hallin sisällä. Sisätilojen uudistamisen myötä myös julkisivu uusitaan toimitilojen kohdalta. Toimitilat sijaitsevat rakennuksen kaakkoisnurkassa (kuva 19 ja 20).

4.2. Saneeraussuunnitelma

4.2.1. Tilaohjelma

Uudet toimitilat jakautuvat kolmeen kerrokseen. Yrityksen organisaation toiminnan helpottamiseksi toimistotyöntekijöiden työpisteet sijoitettiin samaan kerrokseen. Suunnittelijat tekevät myös läheistä yhteistyötä hallin puolella työskentelevien tuotannon työntekijöiden kanssa.

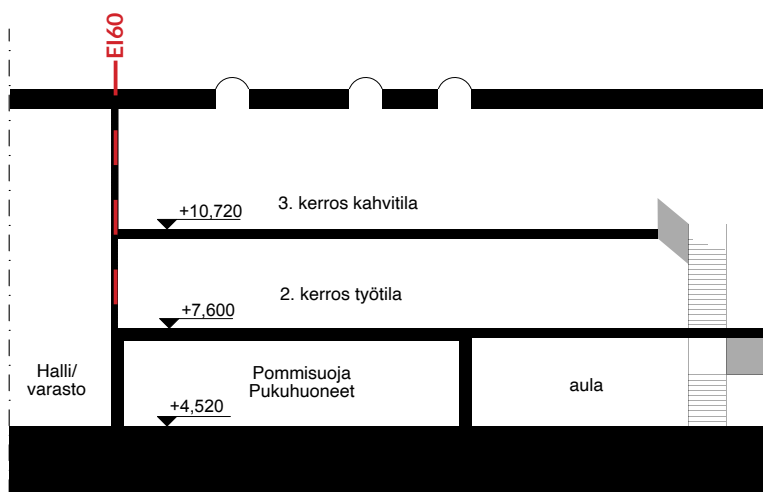
Alkuperäisessä ratkaisussa 1. kerroksessa on väestönsuoja, joka toimii pukuhuoneina ja työntekijöiden taukotilana. Väestönsuojan osalta ei tehdä rakenteellisia muutoksia. Myös kulku halliin tuotannon tiloihin säilyy ennallaan. Väliseinät ja porraskuilu puretaan. Sisään-tulokerroksen muodostuu avara aula, josta näyttävä avoporras johtaa ylempiin tiloihin. Hissi sijoitetaan hallin puolelle. (Kuvat 21 ja 22)

Varsinaiset työskentelytilat sijaitsevat 2. kerroksessa, missä on lisäksi kahvinurkkaus ja hiljaisia huoneita. Työtiloina on perinteisiä yksittäisiä työhuoneita ja avopistepaikkoja. Suunnittelussa on pitkälti kuunneltu yrityksen toiveita työpisteiden toteutuksen suhteen. Hallin sisälle rakennettaessa ikkunat sijaitsevat toispuoleisesti vain toisella seinälinjalla. Tämä tuo haasteita tilasuunnitteluun luonnonvalon kannalta. Työhuoneet on sijoitettu ikkunalliselle seinälle ja avopisteisiin luonnonvaloa saadaan työhuoneiden lasisten seinäpintojen läpi.

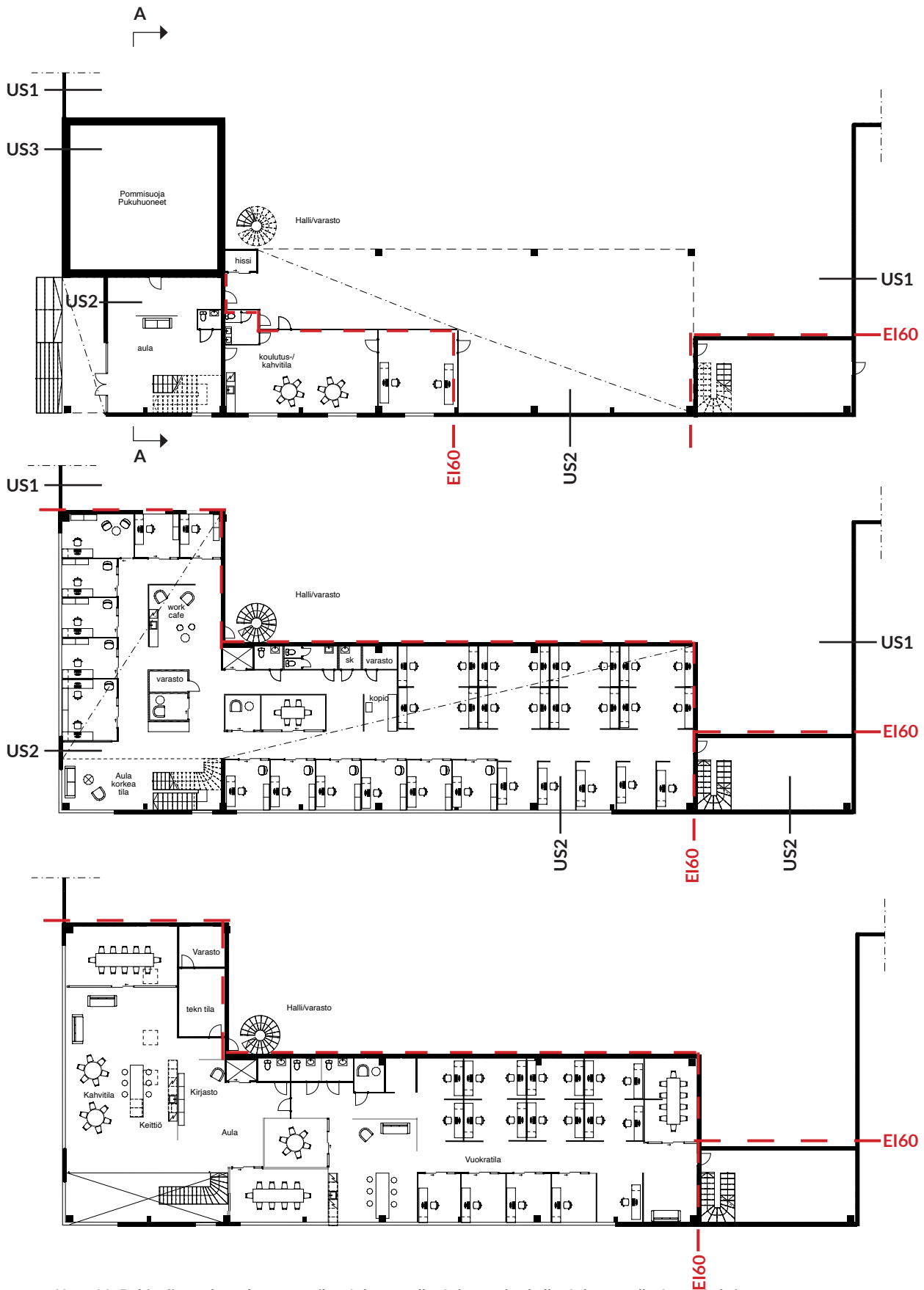
3. kerroksessa sijaitsevat neuvotteluhuoneet, keittitö ja kahvitila sekä vuokrattava toimistotila. Pääneuvotteluhuone on suunniteltu niin, että asiakkailta on suora käynti portaikosta ja aulasta neuvotteluhuoneeseen. Vuokratiloihin kuljetaan oman sisäänkäynnin kautta. Kolme kattoikkunaa tuo ylimpään kerrokseen paljon luonnonvaloa.

Toimistotilan keskeisenä elementtinä tulee olemaan avoporras ja korkea aulatila, joka avautuu 2. kerroksesta vesikattoon. Sisäänkäynti toteutetaan sisäänvedettynä ratkaisuna ja korkeilla ikkunoilla korostetaan aulatilaa myös julkisivun suuntaan. Sisäänkäynti on tärkeä osa rakennusta ja sitä korostamalla saadaan julkisivuun myös eloa. Sisäänvedetty ratkaisu keventää rakennuksen massaa ja tuo toimisto-osaa esiin julkisivussa. Aulatilaan tulee runsaasti lasipintaa mikä erottaa sen muuten umpinaisesta hallirakenteesta.

Kantavana rakenteena on betonipilari-palkki järjestelmä. Pilarit kiertävät ulkoseinälinjalla 20 m:n välein ja näiden välissä on teräksiset tuulipilarit 10 m:n välein. Ulkoseinän rakenteena on 100 mm paksu sandwich-paneeli. Toimiston kohdalla kahdessa alimmassa kerroksessa on lisäksi puukoolauksella toteutettu 50 mm:n lisäeristekerros. Eristys ei kuitenkaan riitä nykyiseen vaadittavaan lämpimän tilan U-arvo vaatimukseen, 0,17 W/(m²K). Uusien pohjaratkaisujen myötä aukotus menee radikaalisti uusiksi, joten koko ulkoseinärakenne uusitaan. Samalla toteutuu energiaremontti, kun eristepaksuus kasvatetaan vastaamaan nykystandardeja. Tämä tulee kasvattamaan ulkoseinän paksuutta verrattuna vanhaan seinään. Ylä- ja alapohjaan ei tässä vaiheessa suunnitella muutoksia.



Kuva 21. Leikkauspiirustus A-A, luonnosvaihe. Laura Lehtinen.



Kuva 22. Pohjapiirustukset, luonnosvaihe. 1. kerros yllä, 2. kerros keskellä, 3. kerros alla. Laura Lehtinen.

4.2.2. Palo-osastointi

Kyseessä on enintään 8-kerroksinen 28 m korkea työpaikkarakennus, joten se kuuluu paloluokkaan P2 (taulukko 3). Tämä mahdollistaa 2400 kem²:n kokoisen palo-osaston. Uusi toimitila voi olla siten samaa palo-osastoa kauttaaltaan lukuunottamatta väestönsuojaa. Palo-osaston raja kulkee toimitilan ja hallin välissä. Osastoivan väliseinärakenteen tulee täyttää vaatimus EI60. Ulkoseinältä vaaditaan osastoitavuutta vain erikoistapauksissa, osastoinnin hoitaa välipohja ja -seinärakenteet. (Puuinfo 2021, s. 41)

Poistumisteinä toimii kaksi porrasta, jotka ovat eri palo-osastoa. P2-luokan toimitilirakennuksessa poistumistielle on etäisyyttä oltava maksimissaan 40 m tilan jokaisesta nurkasta. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 32 §)

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

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

Taulukko 3. Paloluokat. Puuinfo

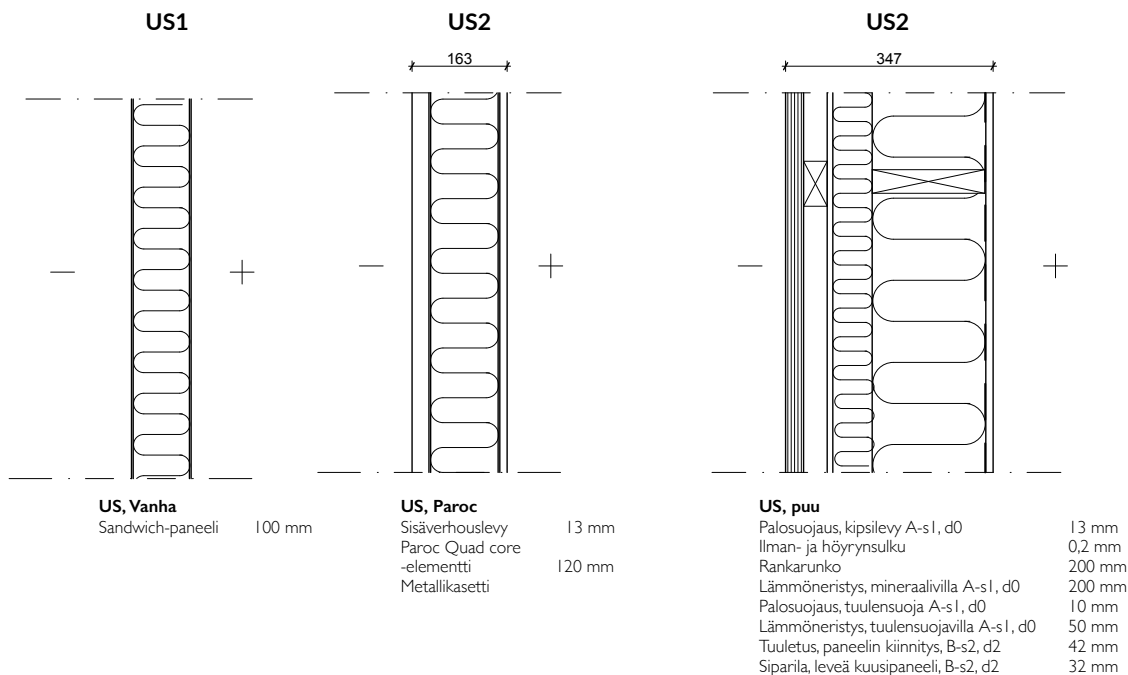
4.2.3. Ulkoseinätyypit ja rakenteellisuus

Julkisivu toteutetaan ei-kantavana ja se tuetaan olemassa oleviin betonipilareihin ja teräksisiin tuulipilareihin. Julkisivun omapaino kulkeutuu elementtejä pitkin sokkelille. Puinen ulkoverhous on mahdollista toteuttaa kahdella tavalla; joko kevytelementin päälle tuulettavana julkisivuna tai asentamalla kokonaan puiset julkisivuelementit. Tässä työssä esitetään vaihtoehto, että vanha julkisivu puretaan kokonaan pois. Tutkimisen arvoista olisi myös, voisiko vanhan julkisivun jättää paikalleen aukottamalla se uudelleen ja asentamalla sen päälle lisälämmöneristeen ja valitun ulkoverhouksen.

Ulkoseinän rakennetyyppi valitaan seuraavilla ehdoilla: P2, ei-kantava, U-arvo lämmin tila 0,17 W/(m²K). Kuvassa 23 on esitetty rakennetyypit, joista US1 on hallin puolelle jäävä vanha seinärakenne, US2 on uusi seinärakenne, josta on kaksi vaihtoehtoa; puurakenteinen- ja sandwich-paneeliseinä. Pohjapiirustuksissa oleva US3 on ulkoseinä väestönsuojan paksun betoniseinän kohdalta. US3:ssa betoniseinän pintaan kiinnitetään sama seinäelementti kuin muualle.

US Puu

Puinen julkisivu toteutetaan rankarunkoisena elementtinä. Puuelementti kiinnitetään kantaviin betonipilareihin ja teräksisiin tuulipilareihin. Väestönsuojan kohdalla se kiinnitetään betoniseinään. Jänneväliksi tulee 10 m. Ulkoverhouspaneelit kiinnitetään paikan päällä elementtiin.



Kuva 23. Rakennetyypit. Laura Lehtinen

US Sandwich-paneeli

Sandwich-paneeli seinä toteutetaan Parocin Quad Core -eristeteknologialla valmistettulla paneelilla. Quad Core on lämpöominaisuuksiltaan parempi kuin perinteinen kivivillaelementti ja voi siten olla ohuempi. Käyttämällä Quad Core -elementtiä päästään 120 mm paksuuteen.

Puurakenteelle tulee paksuutta lähes 200 mm enemmän verrattuna vanhaan sandwich-paneeli seinään. Tämä tekee detaljiikan haastavammaksi sokkelilla ja räystäällä sekä liittymiskohdassa vanhaan seinään.

4.3. Julkisivukaaviot

4.3.1. Ulkoverhouksena puu

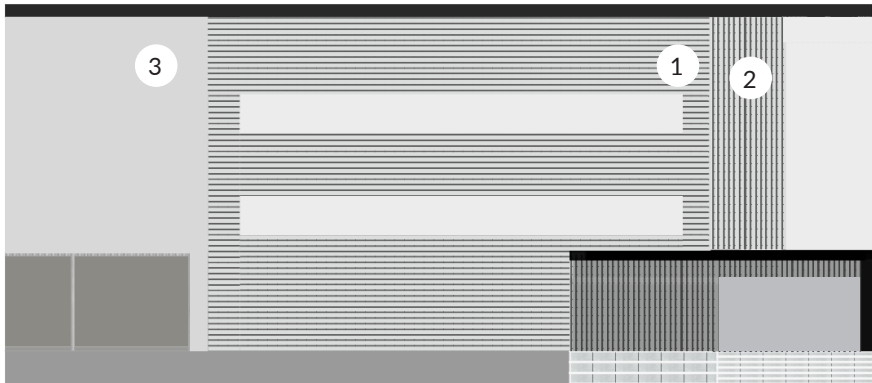
Julkisivumateriaalit on esitetty kuvassa 24. Puuverhouksen materiaaliksi valikoitui Siparilan leveä kuusipaneeli UTS, jonka mitat ovat 32 x 275 mm. Paanelit kiinnitetään piilokiinnityksellä ja peittomaalataan.

Hallin isoa seinäpintaa rikkomaan valittiin erisuuntainen ladonta. Pystysuuntainen paneeli sisäänkäynnin kohdalla korostaa korkeaa ikkunaa ja aulaa ja vaakaladonta toimii nauhaikkunoiden kohdalla. Sisäänkäynnin sisennys nostetaan esiin tummalla pystyladotulla puulla. Sisäänkäynnin alakatto on myös samaa materiaalia. Sijaintipaikka meren rannassa ja varsinkin eteläpäädyn alttius kovalle säärasitukselle suosii pintakäsiteltyä puuta.

Vanhan osan sininen peltipinta on haastava yhdistettävä puuverhoukseen. Sininen osa maalataan samalla sävyllä kuin vaalea peltipinta, jolloin sisäänkäynnin puoleisessa julkisivussa korostuu enemmän puu.

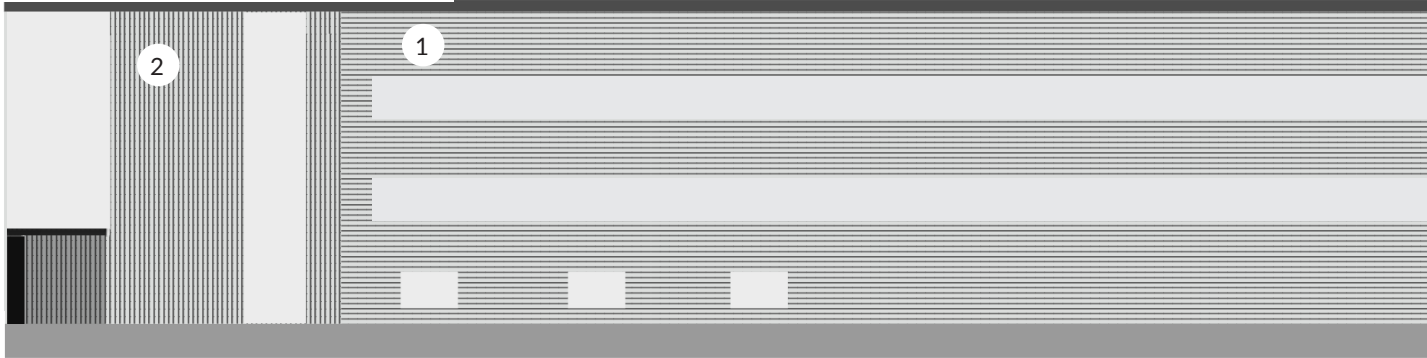
4.3.2 Ulkoverhouksena metalli

Paroc Panel Systemsin Dri-Design-järjestelmällä luodaan eriväristä seinäpintaa sinisen eri sävyillä. Isoa seinäpintaa saadaan rikottua erisävyisillä kaseteilla ja korostettua toimisto-osaa. Vanhan osan sinistä Parocia ei maalata vaan uudet sävyt sovitetaan sopimaan yhteen vanhan sinisen sävyn kanssa. Toimisto-osa jätetään vaaleammalle sävyllä ja sisäänkäynnin sisennys tehdään tummimmalla sävyllä. Kasetin materiaali on alumiinia ja koko on 3000x600 mm.

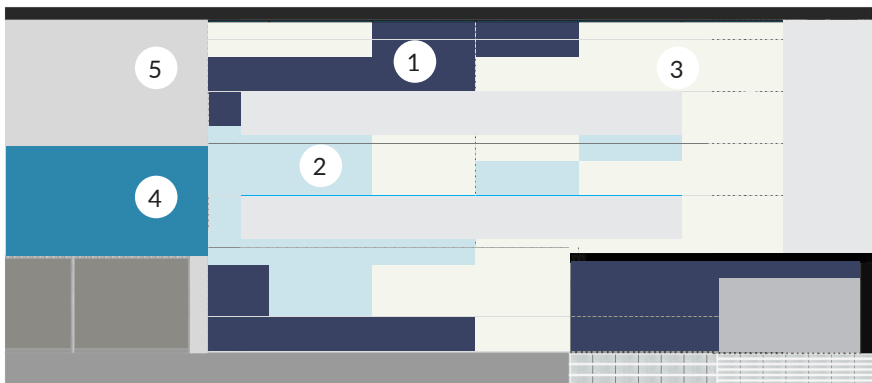


- 1 Vaakalaudoitus
Siparila leveä hirsipaneeli kuusi UTS 32x275 mm,
Tikkurila 5142
- 2 Pystyalaudoitus
Siparila leveä hirsipaneeli kuusi UTS 32x275 mm,
Tikkurila 5144
- 3 Vastaava vaalea vanhan sandwich-paneelin
sävy

Julkisivu etelään

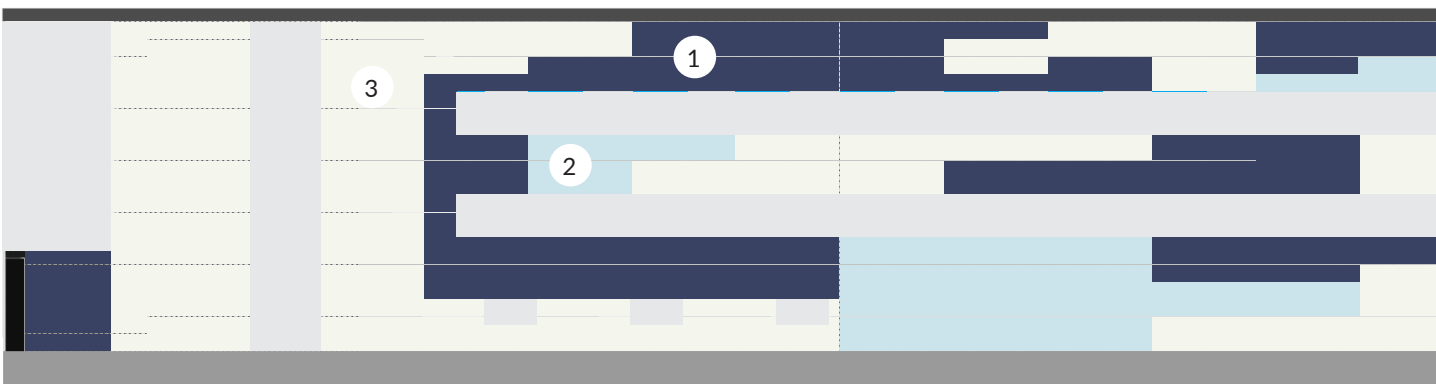


Julkisivu itään



- 1 Alumiini, Tikkurila N354
- 2 Alumiini, Tikkurila H353
- 3 Alumiini, Tikkurila S503
- 4 Teräs, vanha sävy
- 5 Teräs, vanha sävy

Julkisivu etelään



Julkisivu itään

Kuva 24. Julkisivukaaviot.

4.4. Puu- ja peltipintaisen ulkoverhouksen vertailu

4.4.1. Palo

Kantamattomalla ulkoseinällä ei ole palonkestovaatimuksia, kun etäisyys naapurirakennukseen on yli 8 metriä. Seinän ulko- ja sisäpintojen on kuitenkin oltava materiaalia, joka ei levitä paloa. 3–8 kerroksisen työpaikkarakennuksen ensimmäisen kerroksen, n. 3 metriä, ulkopinnan materiaalin on kuuluttava luokkaan B-s2, d0, jos rakennuksen ylempien kerrosten ulkopinnan materiaali on luokassa D-s2, d2 eli palosuojaamaton puu. Puulla tähän päästään suojaamalla se palonsuoja-aineella. Kun käytetään D-s2, d2 -luokan materiaalia, on seinä suunniteltava siten, että ulkoisen syttymisen aiheuttaman palon leviäminen seinässä on estetty riittävän tehokkaasti eli palokatkoin. (Puuinfo 2021, s. 50–51)

Puutuotteen palosuojaukseen on erilaisia menetelmiä. Perinteisesti palonsuojakäsittely on tehty painekäsittelymenetelmällä, jossa palonsuoja-aine imeytetään paineella puuhun. Markkinoille on kuitenkin kehitetty tehokkaita palonsuoja-aineita, joilla puu voidaan käsitellä teollisilla maalauslinjoilla. Ympäristöystävällisten palonsuoja-aineiden käyttö on mahdollista myös rakennustyömaalla. Jos puu on käsitelty teollisesti asennusvalmiiksi, on katkaisupäiden käsittely huomioitava asennuksen jälkeen. (Nordtreat nd)

Sandwich-paneelin metallikasetin pinta kuuluu luokkaan A2-s1,d0 eli ne ovat palamatonta materiaalia. Niitä ei tarvitse erikseen palosuojata.



Kuva 25. Visualisointikuva puujulkisivusta. Laura Lehtinen

4.4.2. Arkkitehtuuri ja visuaalisuus

Julkisivu on sisätilojen johtotähti. Sisäänkäynti vihjaa ja johtaa toiminnan laadukkuuteen tai laaduttomuuteen. Julkisivu on myös osa ympäristöä rakennuksen massan ohella. Julkisivusuunnittelulla voidaan keventää tai korostaa massasta haluttuja kohtia.

Julkisivu erottaa rakennuksen taustastaan ja on ikäänkuin itsenäinen maalaus kangas. Rakennuksen materiaalit yhdessä rakennuksen massan kanssa välittävät viestiä. Puu- ja metallipintaisen ulkoverhouksen tuntuma on aivan erilainen. Puu mielletään luonnolliseksi, lämpimäksi ja lähestyttäväksi materiaaliksi. Metallipintainen julkisivu taas tuntuu kovemalta ja etäisemmältä. Kiiltävän metallinen pinta on psykologisesti vastakohtainen käsittelemättömän puun karhealle pinnalle. Esteettisessä mielessä pinnat ovat kuitenkin tasa-arvoisia, kokija vain aistii ne eri tavalla. (Kareoja, s35).

Varsinkin korjauskohteissa voi syntyä hyvinkin mielenkiintoisia rinnastuksia ja yhdistelmiä. Usein kontrastisia pintoja ei kannata yrittää väkisin samaistaa vaan nimenomaan korostaa molempien pintojen ominiaisia piirteitä. Väriopin kannalta tätä käytetään luomalla vastaväreillä harmoniaa. Kahden äärimmäisen värin tai pintatekstuurin vierekkäisyys vihjaa loputtomista vaihtoehdoista niiden välillä vaikka kokija ei niitä konkreettisesti näekään. Ihmisen mieli täydentää sen mitä ei visuaalisesti esitetä. (Kareoja, s35).

Saneerauksen kohteena olevan hallin julkisivulla halutaan korostaa arvokkuutta ja laadukkuutta. Julkisivujen visualisointikuvista saa käsityksen miten eri tunnelman luo paitsi ma-



Kuva 26. Visualisointikuva metallijulkisivusta. Laura Lehtinen

teriali myös materiaalivalintojen kautta tuleva väritys (kuvat 25 ja 26). Sisäänkäynti on tärkeä paitsi päivittäiselle työviihtyisyydelle myös antamaan arvokkaan kuvan yrityksestä vieraille asiakkaille. Julkisivun materialiteettia pyritään tuomaan sisätiloihin luomaan saman henkistä tunnelmaa. Tuodaanko sisätiloihin puisilla pintamateriaaleilla lämpöä ja kotoisuutta vai tavoitellaanko industrial-henkistä tyyliä metallilla ja teräksellä? Oman elementtinsä tunnelmaan tuo toimistotilojen jatkeena oleva korkea, avara ja raakapintainen hallitila.

4.4.3. Ekologisuus

Korjauskohteessa rakentamisen aikaisiin päästöihin vaikuttaa moni tekijä

- raaka-aineen hankinta ja kuljetus
- tuotteiden valmistus ja kuljetus
- mahdollinen purkaminen ja jäte
- työmaatoiminnot.

Käyttövaiheessa rakennusmateriaalin päästöjä aiheuttaa huoltotoimet ja kunnossapito. Elinkaaren tullessa päätökseen päästöjä syntyy purkamisesta ja jätteen käsittelystä. (Moi-sio, Huuhka, s. 15)

Karkean arvion mukaan Sandwich-paneeliseinällä ja alumiinikasetilla on melkein kolminkertaiset päästöt verrattuna puurakenteiseen seinään (taulukko 4). Ylivoimaisesti eniten päästöjä tulee 2 mm paksusta alumiinilevystä. Jos julkisivu tehtäisiin pelkistä Quad core -paneeleista, päästöt tippuisivat lähelle puurakenteisen seinän päästöjä. Hiilidioksidipäästöjen arviointiin on käytetty Ympäristöministeriön materiaalikohtaista päästötietokantaa.

Paroc Quad Core	Paksuus, mm	CO ₂ /kg	CO ₂ /m ²
Metallikasetti	2	4,1	71,34
Sandwich-paneeli	120	3,1	40,3
Kipsilevy	13	0,31	3,1
Yhteensä/m²			114,77
Yhteensä koko uusittava julkisivu: 1 311 276 CO₂			
Puuelementti			
Kuusipaneeli	32	0,083	0,17
Kiinnityskoolaus	42	0,083	0,20
Lämmöneristys	70	1,5	6,41
Palosuojaus tuulensuoja	20	0,35	7
Runko	200	0,083	2,79
Lämmöneristys	200	1,5	18,3
Höyrynsulku	0,2	2,6	0,50
Kipsilevy	13	0,31	3,1
Yhteensä/m²			38,5
Yhteensä koko uusittava julkisivu: 439 872 CO₂			

Uusittavan julkisivun pinta-ala 11 425 m²

Taulukko 4. Julkisivumateriaalien hiilidioksidipäästöt. Perustuu Ympäristöministeriön päästötietokantaan. <https://co2data.fi/rakentaminen/>

4.4.4. Kestävyys

Ekologisuuteen vaikuttava tekijä on myös käyttöikä. Puujulkisivu pintakäsiteltynä tarvitsee huoltoa. Käsitteleväli on aineesta riippuen 5–15 vuotta. Kohde sijaitsee meren rannassa ja julkisivu on etelään. Julkisivu altistuu koville tuulen mukana tuleville viistosateille ja auringsäteilylle. Voidaankin olettaa, että huoltomaalausta tulisi tehdä 5 vuoden välein.

Metallipintainen ulkoverhous on oikein asennettuna huoltovapaa. Suurimmat ongelmat sandwich-paneeliseinissä ovat asennusaikaisia virheitä läpivienneissä ja aukotuksien detalloijikassa. Dri-Designin-järjestelmän kaseteissa ei valmistajan mukaan ole saumoissa tiivisteitä, tiivisteaineita eikä teippejä, joten saumakohdat pysyvät puhtaannäköisinä.

Julkisivun suunnittelussa on monta huomioitavaa asiaa. Julkisivu paitsi suojaa rakenteita se on maisemakuvallisesti vahva visuaalinen elementti. Korjauskohteessa julkisivun suunnitteluun vaikuttavat myös olemassa oleva rakenne ja purkuaste; kuinka paljon voidaan lopulta hyötykäyttää olevaa rakennetta ja onko välttämätöntä purkaa uuden tieltä. Uusitaanko vain uusimisen vuoksi?

Kunnat määrittelevät kaavamääräyksissä julkisivumateriaaleja ja värejä vaihtelevalla tarkkuudella. Pienen kaupungin teollisuusalueella kaupungin laitamilla kaavamääräyksiä ei julkisivun suhteen käytännössä ole. Tästä johtuen mennään usein kustannukset edellä ja lopputulos on sen mukainen.

Pitkäikäisyys, huollettavuus ja lopuksi kierrätettävyys ovat tämän päivän kovimpia trendejä rakentamisessa. Ilmastonmuutoksen eteen tehtävä työ täytyy olla lyhyellä aikavälillä vaikuttavaa, koska muutos on tällä hetkellä niin rajua. Rakennusaikaisia kovia hiilipiikkejä täytyisi välttää vaikka uudisrakennus olisi 50 vuoden aikajänteellä hieman energiatehokkaampi.

Kandidaatintyössäni esitin korjauskohteeseen kaksi erilaista alustavaa julkisivuvaihtoehtoa. Kun suunnitelmia lähdetään viemään eteenpäin ja kustannuksia tarkistamaan, suunnitelmat tulevat muuttumaan. Omassa suunnittelutyössäni tulen vielä tutkimaan vaihtoehtoa, jossa vanhan julkisivun voisi säilyttää aukottamalla sitä uudelleen ja lisäeristämällä vanhan rakenteen päälle. Lisäksi hallin eteläseinälle olisi mahdollista asentaa aurinkopaneeleita tuottamaan sähköä toiminnan tarpeisiin. Toteutuessaan tämä luonnollisesti vaikuttaa arkkitehtuuriin. Suunnittelu jatkuu ja tarkoituksena on tehdä tästä myös arkkitehtuurin tutkimuksen lopputyö.

Lähteet

- Ahti-Virtanen, J. (2023). Projektuutiset. Päivitetty 8.3.2023. Saatavissa (viitattu 3.4.2023): <https://www.projektuutiset.fi/teema-artikkeli-julkisivujen-detallit-ja-seuranta-kuntoon/>
- Gehl, J. (2010). Ihmisten kaupunki. Rakennustieto Oy, Helsinki 2018.
- Huuhka, S.; Lampinen, E. (2021). Kirjallisuustutkimus. Teoksessa Huuhka, Vainio, Moisio, Lampinen, Knuutinen, Bashmakov, Köliö, Lahdensivu, Ala-Kotila, Lahdenperä (toim.) Purkaa vai korjata. Ympäristöministeriön julkaisuja 2021:9. Ympäristöministeriö, Helsinki. Saatavissa (viitattu 4.4.2023): https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162862/YM_2021_9.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Karjalainen, M. (2021). Mitä kuuluu Suomen puurakentaminen? Arkkiblogi. Päivitetty 3.6.2021. Saatavissa (viitattu 12.4.2023.): <https://blogs.tuni.fi/arkkiblogi/teema2/mitakuuluu-suomen-puurakentaminen/>
- Koskenoja, T. 2018. Opinnäytetyö. Teollisuusrakennuksen ulkkoseinärakenteen korjaussuunnittelu: Teräsohutlevypintainen tuulettumaton elementtirakenne. Pdf-dokumentti. Saatavissa (viitattu 5.4.2023.): <https://www.theseus.fi/handle/10024/151661>
- Lahtela, T. (2021). ThermoWood käsikirja. Pdf-dokumentti. Saatavissa (viitattu 9.3.2023): https://asiakas.kotisivukone.com/files/thermowood.palvelee.fi/tiedostot/web_thermowood_kasikirja.pdf
- Lunawood. (Nd). Installation Guide for Lunawood Facade. Pdf-dokumentti. Saatavissa (viitattu 9.3.2023): https://lunawood.com/wp-content/uploads/2023/01/Installation-Guide-for-Lunawood-Facade_ENG-1.pdf
- Lundell, L. (2022) Teräsalasta tulikin ilmastotyön vauhdittaja. Blogi. Päivitetty 16.12.2022. Saatavissa (viitattu 12.4.2023.): <https://www.terasrakenneyhdistys.fi/fin/blogit/16-12-terasalasta-tulikin-ilmastotyon-vauhdittaja/>
- Koivisto, T. (2023). Vähähiilisydestä fossiilivapaaseen teräsrakentamiseen. Teräsrakentamislehti 1-2023. Saatavissa (viitattu 12.4.2023): https://issuu.com/terasrakenneyhdistys/docs/terasrakenne_2023-01_issuu/s/20547859
- Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999. Annettu Helsingissä 28.11.2017. Saatavissa (viitattu 12.4.2023): <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170848>
- Nordtreat. (Nd). Näkyviin jäävien puurakentamisen tuotteiden palosuojaus. Saatavissa (viitattu 12.4.2023): https://cdn2.hubspot.net/hubfs/4631441/Documents/Nordtreat_puurakentamisen_tuotteiden_palosuojauksen_opas.pdf
- Paroc Panel system. (Nd). Dri-Design-julkisivut. Suunnittelu kohtaa tehokkuuden. Saatavissa (viitattu 10.3.2023): <https://www.parocpanels.com/gb/en/products/facade-systems/dri-design/dd-perforated/?s=d>

Puuinfo. (2021). Paloturvallinen puutalo. Pdf-dokumentti. Saatavissa (viitattu 4.4.2023.): https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2023/03/Palokirja_nettil_sivuttain_versio_2023.pdf

Rakennusfakta. (2021). Dri-Design - Ainutlaatuinen 3d-julkisivukokonaisuus. Päivitetty 24.5.2021. Saatavissa (viitattu 12.4.2023): <https://www.rakennusfakta.fi/dri-design-ainutlaatuinen-3d-julkisivukokonaisuus-196485/uutiset.html>

Rautio, A. (2021). Sandwich-paneelilla syntyy nyt näyttävää arkkitehtuuria. Teräsrakenne. Päivitetty 16.11.2021. Pdf-dokumentti. Saatavissa (viitattu 10.3.2023): https://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/1095/055a777/terasrakenne_2021_03.pdf

RT. (2021). RT 103323. Accoya kestävä modifioitu puu. Novenberg Oy. Pdf-dokumentti. Saatavissa (viitattu 10.3.2023): https://novenberg.fi/wp-content/uploads/2021/01/AC-COYA_RT_103323.pdf

Siikanen, U. (2008). Puurakentaminen. Rakennustieto Oy, Helsinki, 2008.

Sipiläinen, I. (2021). Puuta pintaan. Puu. Päivitetty 16.11.2021. Saatavissa (viitattu 9.3.2023): <https://puuinfo.fi/2021/11/16/puuta-pintaan/>

Sutinen, T. (2023). Terästehtaiden johtajat: Vihreän teräksen kysyntä on kovaa – Suomella on yksi valtti Ruotsiin nähden. Helsingin sanomat. Päivitetty 17.1.2023. Saatavissa (viitattu 12.4.2023): <https://www.hs.fi/talous/art-2000009329975.html>

Teknos. (Nd). NCS-värijärjestelmä Saatavissa (viitattu 10.3.2023): <https://www.teknos.com/fi-FI/ammattilaisille/varit/ncs/>

Teräsrakenneyhdistys. Nd. Teräs materiaalina. Saatavissa (viitattu 12.3.2023): <https://www.terasrakenneyhdistys.fi/fin/teras/teras-materiaalina/>

Ympäristöministeriö. (2020). Julkisen puurakentamisen kansalliset tavoitteet. Pdf-dokumentti. Saatavissa: (viitattu 11.4.2023.): https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Julkinen-puurakentamisen-kansalliset-tavoitteet-45F5028E_8436_408A_8CD7_510C-6C1AD000-161609.pdf/1fc95a52-5c50-4c9b-1f5d-325395658d72/Julkinen-puurakentamisen-kansalliset-tavoitteet-45F5028E_8436_408A_8CD7_510C6C1AD000-161609.pdf?t=1603259868530

Ympäristöministeriö. (2023). Näkökulmia: miten lisätä puun käyttöä julkisessa rakentamisessa. Pdf-dokumentti. Saatavissa (viitattu 4.4.2023.): https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/c6a6a9dc-0592-494e-82cd-00ec8d20065e/7a5f03bf-84d4-4890-8177-8acc7bc8fe3f/JULKAISU_20210505114355.pdf

Vihanninjoki, V. (2015). Kaupunkiympäristön estetiikka hyvinvointikysymyksenä. Teoksessa Haapala, Puolakka, Rannisto (toim.) Ympäristö, estetiikka ja hyvinvointi. Saatavissa (viitattu 4.4.2023): <https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/31110/638233.pdf;jsessionid=181DC36D7CBCBCF6354D39EDF1B-F19B2?sequence=1>

Weber. (Nd). Värisuunnitteluopas. Saatavissa (viitattu 10.3.2023): <https://www.fi.weber/files/fi/2018-12/Varisuunnitteluopas.pdf>

Willman, J. 2010. Opinnäytetyö. Pelti-villa-pelti-elementtien ongelmat ja niiden ennaltaehkäisy. Pdf-dokumentti. Saatavissa (viitattu 14.4.2023.): https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/13746/pelti_villa_elementit.pdf;jsessionid=1EA4C71DAEB-969B9F7F9D11F08E297DE?sequence=1

Kuvalähteet

Kuva 1: Puuinfo. 2021. Paloturvallinen Puutalo. *Seinä- ja kattomateriaalien jakautuminen luokkiin*. [kaavio] Saatavissa: https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2023/03/Palokirja_nettil_sivuttain_versio_2023_s_25

Kuva 2: Hundven-Clements Photography. 2017. *Knarvik Community Church, Knarvik, Norway, Reiulf Ramstad Arkitekter, 2014*. [valokuva] Saatavissa: <https://www.architecturaldigest.com/gallery/the-worlds-10-most-incredible-buildings-made-entirely-of-wood> [noudettu 4.4.2023].

Kuva 3: Spahn, E. 2017. *Timber House, Newmarket in der Oberpfalz, Germany, Kühnlein Architektur, 2014*. [valokuva] Saatavissa: <https://www.architecturaldigest.com/gallery/the-worlds-10-most-incredible-buildings-made-entirely-of-wood> [noudettu 4.4.2023].

Kuva 4: Ott, P. 2017. *Office Off, Burgenland, Austria, heri & salli, 2013*. [valokuva] Saatavissa: <https://www.architecturaldigest.com/gallery/the-worlds-10-most-incredible-buildings-made-entirely-of-wood> [noudettu 4.4.2023].

Kuva 5: Lindman, Å. 2017. *House K, Stockholm, Sweden, Tham & Videgård Arkitekter, 2004*. [valokuva] Saatavissa: <https://www.architecturaldigest.com/gallery/the-worlds-10-most-incredible-buildings-made-entirely-of-wood> [noudettu 4.4.2023].

Kuva 6: Accoya. Ei päiväystä. *Private home in Delft*. [valokuva] Saatavissa: <https://www.accoya.com/uk/project/private-home-in-delft/> [noudettu 4.4.2023].

Kuva 7: Accoya. Ei päiväystä. *Sedbergh Sports Centre uses Accoya Cladding*. [valokuva] Saatavissa: <https://www.accoya.com/uk/project/private-home-in-delft/> [noudettu 4.4.2023].

Kuva 8: Lauta Oy. 2021. *Toas Kauppi*. [valokuva] Saatavissa: <https://puuinfo.fi/2021/11/16/puuta-pintaan/> [noudettu 9.3.2023].

Kuva 9: Hännikäinen, V. 2021. *Hoas Tuuliniitty*. [valokuva] Saatavissa: <https://puuinfo.fi/2021/11/16/puuta-pintaan/> [noudettu 9.3.2023].

Kuva 10: Hämäläinen, W. 2021. *Aurum*. [valokuva] Saatavissa: <https://puuinfo.fi/2021/11/16/puuta-pintaan/> [noudettu 9.3.2023].

Kuva 11: Uusheimo, T. 2021. *Cafe Birgitta*. [valokuva] Saatavissa: <https://puuinfo.fi/2021/11/16/puuta-pintaan/> [noudettu 9.3.2023].

Kuva 12: Puuinfo. Ei päiväystä. *Ulkoverhouslautojen vakioprofiilit*. [piirroskuva] Saatavissa: <https://puuinfo.fi/teeseitse/remontointi/ulkoverhous/> [noudettu 9.3.2023].

Kuva 13: Lunawood. Ei päiväystä. *Select cladding orientation*. [kaavio] Saatavissa: https://lunawood.com/wp-content/uploads/2023/01/Installation-Guide-for-Lunawood-Facade_ENG-1.pdf [noudettu 9.3.2023]. s. 9.

Kuva 14: Paroc Panel System. Ei päiväystä. *AST® F Wall Panel System*. [3D-kuva] Saatavissa: <https://www.parocpanels.com/gb/en/products/wall-panel-systems/ast-panel-systems/ast-f/> [noudettu 9.3.2023].

Kuva 15: Paroc Panel System. Ei päiväystä. *AST® F Built-On Panel System* [3D-kuva] Saatavissa: <https://www.parocpanels.com/gb/en/products/facade-systems/built-on/ast-f-built-on/> [noudettu 9.3.2023].

Kuva 16: Ruukki. Ei päiväystä. Patina -paneeleilla vaikuttavaa ilmettä Östersundin Padel Arenaan Ruotsissa [valokuva] Saatavissa: <https://www.ruukki.com/fin/building-envelopes/building-envelopes/ajankohtaista/16-08-2022-ruukki-patina--paneeleilla-vaikuttavaa-ilmett%C3%A4-%C3%B6stersundin-padel-arenaan-ruotsissa> [noudettu 13.4.2023].

Kuva 17: Paroc Panel System. Ei päiväystä. Dri-Design-julkisivut. Suunnittelu kohtaa tehokkuuden. [valokuva] Saatavissa: <https://www.parocpanels.com/gb/en/products/facade-systems/dri-design/dd-perforated/?s=d> [noudettu 13.4.2023]. s. 14.

Kuva 18: Paroc Panel System. Ei päiväystä. Dri-Design-julkisivut. Suunnittelu kohtaa tehokkuuden. [valokuva] Saatavissa: <https://www.parocpanels.com/gb/en/products/facade-systems/dri-design/dd-perforated/?s=d> [noudettu 9.3.2023].

Kuva 19: Erkomat OY. 2022. [valokuva]

Taulukko 1: Puuinfo, 2021. *Taulukko 9. Rakennustarvikkeen luokkamerkinnän muodostuminen yleisesti*. Saatavissa: https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2023/03/Palokirja_netti_sivuttain_versio_2023. [noudettu 4.4.2023] s. 23

Taulukko 2: Sipiläinen, I. 2021. *Eri puu-ulkoverhousmateriaalien ja -tuotteiden ominaisuuksia*. Saatavissa: https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2023/03/Palokirja_netti_sivuttain_versio_2023.

Taulukko 3: Puuinfo, 2021. *Taulukko 1. Paloluokat*. Saatavissa: https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2023/03/Palokirja_netti_sivuttain_versio_2023. [noudettu 4.4.2023] s. 10