

Puurakenteinen pysäköintilaitosjärjestelmä

Case stadiit: **Kuninkaantammi ja Puu-Kivistö**

TILA Group, tiimi

Planetary Architecture

Rakennuskonsultointi T. Kekki

RA-Suunnittelu

KK-Palokonsultti

Lamit

Laatuvalo

Innogreen



Sisällysluettelo

1. HANKKEEN TAUSTAA	4
2. PROJEKTI	5
2.1 TAVOITE JA TEHTÄVÄN RAJAUS	5
2.2 PROJEKTIORGANISAATIO	5
2.2.1 Tilaaajat/ohjausryhmä	5
2.2.2 TILA Group toteutustiimi	6
2.3 KOKOUKSET, TYÖSKENTELY	7
2.4 PROJEKTIN TOTEUTUS	8
3. KOHTEET	8
3.1 CASE -KOHTEIDEN SIJAINNIT JA LAAJUUSTIEDOT	8
3.2 YLEISTÄ SUUNNITTELUKÄYTTÄ	8
3.3 ASEMAKAAVALLISET LÄHTÖKOHDAT	9
3.3.1 Yleistä	9
3.3.2 Tontti	9
3.3.3 Kerrosluku	9
3.3.4 Liittymät	10
3.3.5 Autopaikkanormi	10
3.4 KANSAINVÄLISET REFERENSSIT	10
4. LOPPUTULOKSEN ESITTELY	11
4.1 JÄRJESTELMÄ	11
4.1.1 Yleistä	11
4.1.2 Toimintaperiaate	12
4.1.3 Runkojärjestelmä ja oleellimmat rakenteet	12
4.1.4 Rungon rakenneosat	13
4.1.5 Case kohteiden pohjaratkaisut	14
4.1.6 Rakentamistapa	15
4.1.6 Havaintoja järjestelmästä	16
4.2 ERITYSSUUNNITTELU	17
4.2.1 Palotekniset ratkaisut	17
4.2.2 Valaistus	18
4.2.3 Rakenteiden suojaaminen kosteudelta ja tasovesien poisto	19
4.2.4 Sisäinen logistiikka	20
4.3 VALINNAISET RATKAISUT	20
4.3.1 Viherkatot	20
4.3.2 Julkisivujen viherratkaisut	21
4.3.3 Aurinkopaneelit	22
4.4 KILPAILUKYKY	23
4.4.1 Kiertotalousperiaatteiden toteutuminen	23
4.4.2 Rakennusosien elinkaaren pituus	24
4.4.3 Hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki	24
4.4.4 Järjestelmän rakennuskustannukset	26
4.4.5 Puurakentaminen kaupunkikuvassa	26

5.	JOHTOPÄÄTÖKSET	27
5.1	TIIVISTELMÄ	27
5.2	HANKKEEN OPIT	27
5.2.1	<i>Toteutettu hanke</i>	27
5.2.2	<i>Rakennuttaminen</i>	28
5.2.3	<i>Kustannusyhteenveto</i>	28
5.2.4	<i>Puurakenteen toimiminen pysäköintikäytössä ja siirrettävyys</i>	28
5.2.5	<i>Palotekniset johtopäätökset</i>	29
5.2.6	<i>Hiililaskenta</i>	29
5.2.7	<i>Rakennusfysikaalinen suunnittelu</i>	30
5.3	HUOMIOT TULEVILLE TOTEUTUKSILLE	30
5.4	QUESTIONS & ANSWERS	32
5.5	POIMINTOJA RISKEISTÄ	32
6.	LOPPUSANAT JA DOKUMENTAATIO	33
	LOPPURAPORTIN LIITEDOKUMENTIT	33
II	KOLMANNEN OSAPUOLEN LAUSUNTOJEN YHTEENVEDOT	33

1. Hankkeen taustaa

Helsingin kaupungilla on tavoitteena olla hiilineutraali vuonna 2035. Hiilineutraali Helsinki 2035 -toimenpideohjelmassa edellytetään, että kaupunki edistää puurakentamista asemakaavoituksella sekä omissa hankkeissaan. Taloudellisuuden ansiosta Helsingissä kaavoituksessa on siirrytty suosimaan maanpäällisiä pysäköintilaitoksia.

Vantaan kaupungin tavoite on olla hiilineutraali vuonna 2030. Vantaan hiilineutraaliuteen tähtäävät toimenpiteet, kuten "kaupunki edistää puurakentamista" on määritelty Vantaan kaupungin resurssiviisauden tiekartassa. Puu-Kivistö on nimetty Vantaalla puurakentamisen erityiskohteeksi, jossa erityisenä tavoitteena on puurakentamisen määrällinen lisääminen ja laadullinen kehittäminen yhteistyössä puualan toimijoiden kesken sekä resurssitehokkaan ja vähähiilisen yhdyskuntakehityksen tavoitteiden toteuttaminen.

Yhteistyönä toteutettavassa puurakenteisen pysäköintilaitoksen kehittämishankkeessa ovat olleet mukana Helsingin kaupunki, Vantaan kaupunki, Tampereen kaupungin omistama pysäköintiyhtiö Finnpark Oy, Versowood Oy, YIT Suomi Oy, Arkta Reponen Oy ja Ympäristöministeriö.

Hankkeen päärahoittaja on ympäristöministeriön Kasvua ja kehitystä puusta -tukiohjelma. Hankkeella on ympäristöministeriön rahoituspäätös VN/9267/2019.

Hankkeella pyritään vastaamaan ilmastonmuutoksen haasteeseen kaupungeissa sekä edistämään puurakentamista levittämällä esimerkin kautta suurelle yleisölle tietoa puurakentamisen mahdollisuuksista.



Rakennamme puhtaita ja terveellisiä tiloja

2. Projekti

2.1 Tavoite ja tehtävän rajaus

Hankkeen tavoitteena oli puisen pysäköintitalotalon rakennejärjestelmän suunnittelu.

Hankkeessa selvitettiin puurakenteisen 4-kerroksisen pysäköintitalon rakennuslupakäsittelyyn liittyviä keskeisiä vaatimuksia. Suomessa ei ole ollut käytettävissä yli kaksikerroksisten puisten pysäköintilaitosten rakenteelliseen paloturvallisuuteen liittyviä suunnitteluratkaisuja.

Hankkeessa selvitettiin myös, onko puurakenteinen pysäköintitalo hinnaltaan kilpailukykyinen betoni- ja teräsrakenteisiin pysäköintitaloon verrattuna sekä onko se rakennettavissa ja käyttöönotettavissa vaiheittain tai siirrettävissä muualle.

Pysäköintilaitosten rakennuttajia varten laadittiin kahden puurakenteisen pysäköintitalon keskeisimmät suunnitelmat, kustannusarviot sekä hiilijalanjälki ja –kädenjälkilaskelmat.

Kaikki hankkeessa syntynyt tieto on avointa ja julkista.

2.2 Projektiorganisaatio

2.2.1 Tilaajat/ohjausryhmä

Hankkeen ohjausryhmään kuuluivat Helsingin kaupunki, Vantaan kaupunki, Tampereen kaupungin omistama pysäköintiyhtiö Finnpark Oy, Versowood Oy, YIT Suomi Oy, Arkta Reponen Oy ja ympäristöministeriö.

Gilbert Koskela, Vantaa/Kaupunkiympäristön toimiala
Anna-Riitta Kujala, Vantaa/Asemakaavoitus
Ifa Kytösaho, Vantaan kaupunki/Tilakeskus
Ilkka Rekonen, Vantaa/Rakennusvalvonta
Riitta Tamminen, Vantaa/Rakennusvalvonta
Hanna Tiira, Vantaa/Rakennusvalvonta

Ville Kopra, Versowood Oy
Tomi Koskenniemi, Versowood Oy
Juha Virtanen, Versowood Oy
Joni Mikkola, Finnpark Oy
Petri Saarinen, YIT Suomi Oy
Janne Salmenoja, YIT Suomi Oy
Mika Airaksela, Arkta Reponen Oy

Petri Heino, Ympäristöministeriö
Simon Le Roux, Ympäristöministeriö

Jussi Hyvärilä, Helsinki/Asuntotuotanto
Kimmo Kuisma, Helsinki/Kaupunginkanslia
Mari Randell, Helsinki/Kaupunginkanslia
Kirsi Rontu, Helsinki/Rakennusvalvonta
Anu Turunen, Helsinki/Kaupunginkanslia
Mervi Abell, Helsinki/Kaupunginkanslia
Suvi Tyynilä, Helsinki/Asemakaavoitus

2.2.2 TILA Group toteutustiimi

Projektin johto

Tuomo Hynninen, TILA Group

Pää- ja rakennussuunnittelu

Pekka Pakkanen, Planetary Architecture
Antti Mikola, Planetary Architecture

Ympäristösuunnittelu, kaavoitus

Juhani Harju, TILA Group

Rakennesuunnittelu

Toni Kekki, Rakennuskonsultointi T. Kekki Oy
Jarmo Korhonen, RA-suunnittelu

Paloturvallisuussuunnittelu

Esko Mikkola, KK-palokonsultti
Satu Holopainen, KK-palokonsultti

LVIA- ja sähkösuunnittelu

Jesse Avikainen, Heatco
Seppo Lautiainen, Seppo Lautiainen Ky

Kustannuslaskenta

Heikki Haveri, FMC laskentapalvelut

Hiilijalanjälki- ja hiilikädenjälkilaskenta

Ari Järvinen, Lamit

Kiertotalous- ja elinkaarisuunnittelu

Pekka Pakkanen, Planetary Architecture

Geo- ja kalliosuunnittelu

Hannu Kemppainen, Kehakon

Ilmanpuhdistus

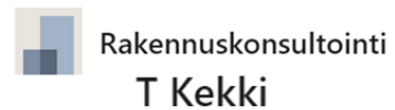
Matti Kouva, Genano

Viherratkaisut

Sami Vainionpää, Innogreen

Valaistus

Taisto Palonen, Laatuvalo

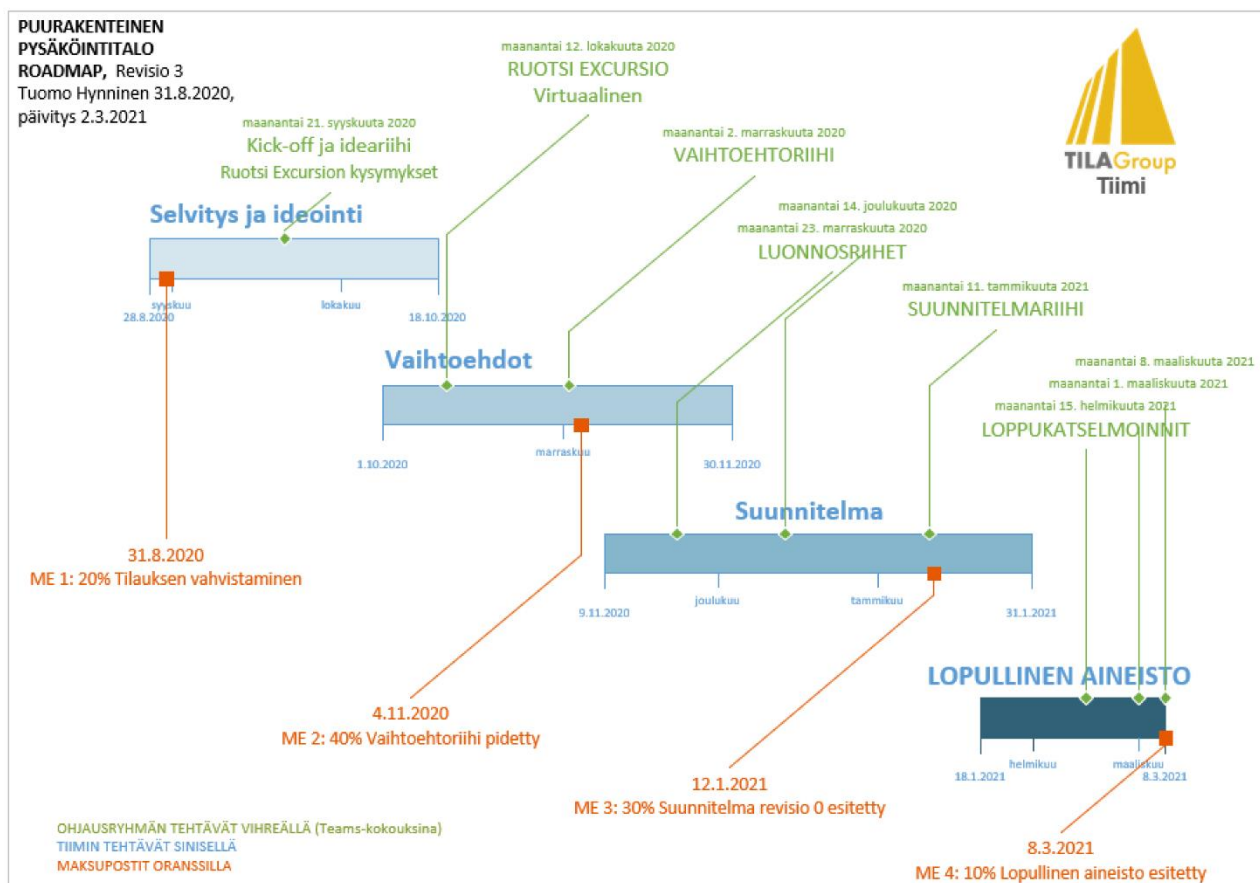


2.3 Kokoukset, työskentely

Puurakenteisen pysäköintitalon kehittämistyön tavoitteena oli laatia rakennuslupatasoinen aineisto kahdelle puurakenteiselle pysäköintitalolle. Aineisto sisältää kohteiden pääpiirustukset ja laskelmat elinkaari- ja investointikustannuksista sekä hiilijalanjälki ja -kädenjäljestä. Hankkeessa tutkittiin uutta rakennejärjestelmää, jossa erityinen huomio kohdistui mm. rakenteelliseen paloturvallisuuteen, puutuotteiden rakennusfysikaaliseen toimivuuteen, rakenteiden liitosten suunnitteluun ja uudelleen käytettävyyteen.

Suunnitelmat laadittiin TILA Group Oy:n johdolla. Yritys on eri alan asiantuntijayritysten yhteenliittymä ja erikoistunut puurakentamisen hankkeiden suunnitteluun ja johtamiseen.

Yhteishankkeen tilaajina ja hankkeen ohjaajina olivat Helsingin kaupunki, Vantaan kaupunki, Tampereen kaupungin omistama Finnpark Oy, Wersowood Oy, YIT Suomi, Arkta Reponen Oy. Hanke on saanut rahoitusta ympäristöministerin puurakentamiseen kehittämiseen liittyvästä ohjelmasta. Kaupunkien taholta ohjaukseen osallistuivat kaavoitus, rakennusvalvonta ja kunnalliset rakennuttajat.



Kuva 1: Hankkeen roadmap

2.4 Projektin toteutus

Hanke kilpailutettiin yleisen julkisen kilpailumenettelyn mukaisesti. Tehtävään valittiin TILA Group tiimi.

Hanke toteutettiin neljässä päävaiheessa: 1. Selvitys ja ideointi, 2. Vaihtoehtojen selvitys, 3. Suunnitelman kehittäminen ja 4. Lopullisen aineiston ja loppuraportin kokoaminen.

Työ eteni riihikokousten asiakokonaisuuksin mukaisesti. Sisäisesti projektitiimi kokoontui viikoittain Teams-kokouksen puitteissa ratkomaan yhteisiä asiakohtia ja esillä olleita ongelmia.

3. Kohteet

3.1 Case -kohteiden sijainnit ja laajuustiedot

Kumpikin esimerkkikohde sijaitsee tiiviisti rakennettavan uuden asuinalueen korttelirakenteen sisällä. Helsingin suunnittelukohde sijaitsee Kuninkaantammessa Lammenrannan alueella LPA-tontilla Kuninkaantammenkierron ja Paletinkierron kulmassa. Vantaan Puu-Kivistön suunnittelukohde sijaitsee Lumikvartsinkadun varrella LPA-tontille 23140.

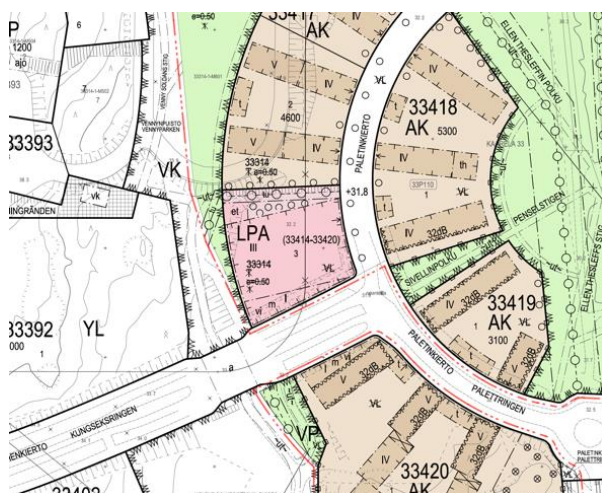
Laajuustiedot:

Kuninkaantammi 266 auto paikkaa
8169 brm² = kem², joka sisältää 274 kem² liiketilaa ja sprinklerikeskuksen

Kivistö 349 auto paikkaa
10496 brm² = kem², joka sisältää 13 2kem² liiketilaa, kierrätyshuoneen, muuntamon ja sprinklerikeskuksen

3.2 Yleistä suunnittelutehtävästä

Suunnittelutehtävä pitää sisällään puisen pysäköintitalojärjestelmän suunnittelun. Järjestelmää sovelletaan kahdelle annetulle LPA-tontille. Tonttien mitat ovat ohjanneet suunnittelemaan järjestelmän, jossa pysäköinti ja pystyliikenne on integroitu. Erilliset ajorampit olisivat johtaneet merkittävän tehottomaan ratkaisuun.



Kuva 2: Kuninkaantammen tontti



Kuva 3: Puu-Kivistön tontti

3.3 Asemakaavalliset lähtökohdat

3.3.1 Yleistä

Konsepti sisältää laitosmallin, joka soveltuu yleisesti käytettäväksi alueelliseen keskitettyyn pysäköintiin. Kaupunkikuvallisesti ja asemakaavallisesti ratkaisut ovat volyymiltaan ja mitoitukseltaan lähellä toisiaan. Merkittävin ero on kerrosten määrässä, laitoksiin liittyvissä ulkopuolisissa tilatarpeissa ja ympäröivään kaupunkiin soveltavien pyöreiden/suorakulmaisten nurkkien määrässä. Seuraavassa on koottuna pääkohdittain tehtyjä havaintoja ja suosituksia.

3.3.2 Tontti

Tontin koolla, muodolla ja mitoituksella on merkittävä vaikutus tehtävälle ratkaisulle. Tontin mitoituksessa on hyvä varata tietty väljyys normaalin parkkihallimitoituksen / rakenteellisen mitoituksen lisäksi, mikä tarkoittaa käytännössä n. 2 metrin vapaata tilaa laitoksen ympärillä. Tehdyn pysäköintimallin järjestelmän mitat ovat n 36x52m, jollin minimi-tonttikoko on n. 2300 m².

Kummankin kohteen tontit ovat mitoitukseltaan niukahkoja, mistä aiheutuu ulkopuolisen suunnittelun osalta erityisiä vaatimuksia. Mitoituksesta johtuen pysäköintilaitoksen sisäinen suunnittelu on noudattava käytettävyyden edellytyksiä.

3.3.3 Kerrosluku

Määriteltäessä asemakaavaan pysäköintilaitoksen kerroslukua tulee huomioida mahdolliset nousevat, kallistetut pysäköintitasot. Tällöin lattiat ovat spiraalimaisesti nousevia. Kaavamerkinnässä suositellaan korkeusaseman merkintää ja myös esim. 4 ½ merkintää. Kellarikerrosten määrä riippuu kaupunkirakenteesta ja paikallisista olosuhteista.

Kummassakin kohteessa joudutaan poikkeamaan kaavaan merkitystä kerrosluvusta. Asemakaavasta poikkeaminen ratkaistaan tästä työstä erillisessä prosessissa.

3.3.4 Liittymät

Pysäköintilaitoksen ajoneuvoliittymän paikka olisi hyvä merkitä asemakaavaan sekä katusuunnitelmaan. Sisään-ulosajon tulisi olla melko väljä ja kaksisuuntainen. Liittymässä tulee varautua jonotusmahdollisuuteen, puomi- ja sisäänajojärjestelyihin sekä kevyen liikenteen ja jalankulun turvallisuuteen. Kevyen liikenteen väylän risteämistä ajoneuvoliikenteen kanssa tulisi välttää.

Kunnallistekniset liittymät voidaan tehdä normaalikäytännön mukaan. Sprinklaus rakennetaan sprinklerisuunnitelman mukaisena.

4.3.5 Autopaikkanormi

Autopaikkanormit ovat kunta- ja kaupunkikohtaisia. Lisäksi on alueellisia suosituksia ja erikseen sovittuja pysäköintinormeja. Pysäköintipaikat ovat normaalisti sidottuja asui-, liike- ja yleisten rakennusten kerrosalamääriin, mikä on pohjana, pysäköintilaitoksen perusmitoitukselle. Lisäksi on perusteltua tehdä määräyksiä mahdollisesta yhteiskäytöstä, nimettömistä pysäköintipaikoista sekä antaa joustoa eri hallinnointi- ja omistusmuotojen pysäköintiin. Liian tiukka normitus voi johtaa huonoihin ja toimimattomiin pysäköintiratkaisuihin ja johtaa asemakaavan poikkeamismenettelyihin.

Suunnittelukohteissa autopaikkanormi sallii joustoa autopaikkamääriin. Pääosa paikoista toteutetaan ns. nimettöminä.

3.4 Kansainväliset referenssit

Puurakenteisia pysäköintilaitoksia on toteutettu yksittäisinä ja useampia on tällä hetkellä suunnitteluvaiheessa. Kohteita löytyi toteutettuna Ruotsista, Sveitsistä ja Saksasta, suunnitteluvaiheessa tämän lisäksi Ranskasta ja Tanskasta. Siirrettäväksi suunniteltua puurakenteista referenssikohdetta ei löydetty.

Hankkeet on esitelty tarkemmin erillisessä rihiaineiston Powerpoint-koosteessa.

4. Lopputuloksen esittely

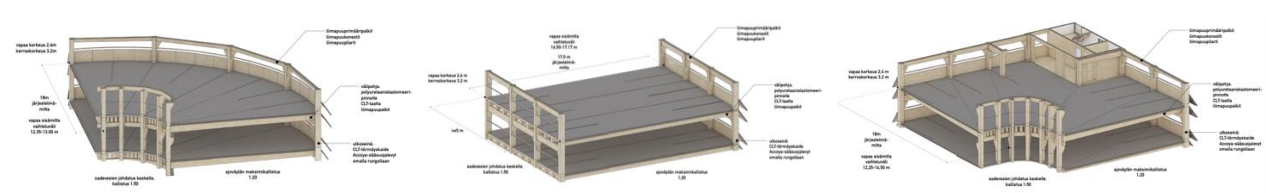
4.1 Järjestelmä

4.1.1 Yleistä



Kuva 4: Näkymä Vantaan Puu-Kivistön hallin valo-/savunpoistokuilusta

Järjestelmä on suunniteltu niin puiseksi kuin paloturvallisuusmääräysten puitteissa on mahdollista. Rakennuksen runko vaaka- ja pystyosat, julkisivut ja hissi/poistumistornit ovat puurunkoisia ja poistumisportaiden sisäpintoja sekä liikennöitäviä- ja kattopintoja lukuun ottamatta puupintaisia.



Kuva 5: Pysäköintitalon perusmoduulit

Laitosten rakentamisjärjestelmä koostuu sisäkkäisistä moduulijärjestelmistä. Järjestelmän perusosia: kaareva nurkka, suora nurkka, suora väliosa ja ulkopuolinen porrastorni yhdistelemällä voidaan varioida järjestelmää tontin koon, pysäköintitarpeen ja kaupunkikuvan vaateiden mukaan. Perusosat jakautuvat vakioituihin modulaarisiin rakenneosiin, jotka on optimoitu kooltaan rakenteiden kantavuuden, osien siirrettävyyden, liitosten minimoimisen ja osien valmistuskustannusten pohjalta.

4.1.2 Toimintaperiaate

Puupysäköintijärjestelmät on mitoitettu toimimaan rakenteiden ja palotekniikan puolesta 8-kerroksisina ja maksimissaan 28 m korkeina. Ajoreittien mitoitustas on suunniteltu RT 98-11237 pysäköintilaitokset ja RT98-11235 pysäköintialueet (pysäköintipakat, normaali mitoitustas) mukaan.

Järjestelmän kerroskorkeus on 3200 mm ja vapaa korkeus vähintään 2400 mm.

Nousut on mitoitettu ajoratojen keskellä kallistuksella 1:20.

Porras-hissirakenteisiin liittyvät osat ja LE-paikat eivät ole kallistetuilla osilla.

Pintavesien johdatus on toteutettu kallistuksella 1:50 laitosten keskelle.

Rakennukseen voidaan lisätä tai siitä voidaan poistaa kerroksia. Välipohjarakenne poikkeaa kattorakenteesta vain katon yläpuolisen viherrakenteen ja katon sisäpuolisten vesieristeiden noston osalta.

4.1.3 Runkojärjestelmä ja oleellisimmat rakenteet



Kuva 6: Kuninkaantammen sisänäkymä

Runkojärjestelmänä toimii massiivipuinen pilaripalkki – järjestelmä. Rakennuksen pystysuuntaiset kuormat välitetään laattojen ja palkkien kautta pilareille, ja pilareilta edelleen perusrakenteille. Pystyrakenteet ovat liimapuupilareita. Primääripalkkirakenteet ovat liimapuupalkkeja. Kansilaattojen rakenne on liimapuupalkkien ja CLT-laatan muodostama, liimaamalla koottu, liittorakenne.

Rakennuksen vaakasuuntaiset voimat välitetään vaakarakenteiden kautta keskiosan jäykistysristikkorakenteille. Jäykistysristikot ovat liimapuurakenteisia osia. Jäykistysristikon paarteet toimivat kantavina pystypilareina, joten jäykistysristikko on osa myös pystykuormien välittäjärakennetta.

Rakennuksen toteuttamistapana on pitkälle viety esivalmistus ja elementointi, jolloin työmaalle jää kokoonpanotyö. Rakennustuotteiden mitat, painot ja osatuotteet on suunniteltu mahdollisimman optimaalista kokonaisprosessia ajatellen, tehdastuotantoa silmällä pitäen. Osa tuotteista on erikoiskuljetuskokoa, mutta eivät poikkea tavanomaisesta erikoiskuljetustavasta.

Rakennuksien koosta huolimatta rakennuksiin ei aseteta erityisiä liikuntasaumarakenteita, johtuen riittävän tiheästä elementtisaumoituksesta. Mahdolliset kosteuden ja erilaisten muodonmuutoksien liikkeet pystytään hallitsemaan elementtisaumojen muodonmuutoskyvyllä.

Puurakenteiden palonkestävyys hoidetaan riittävällä rakennepaksuudella, jolla saavutetaan riittävä hiiltymäsuojakerros. Metalliset kiinnikeosat palosuojataan puurakentein; puuruuvien kannat upotetaan ja puutulpataan, sekä valmisosaliitokset asennetaan puurakenteiden sisään (kts. rakennedetaljit).

Törmäyskuormia vastaan rakenteet mitoitetaan kestämaan sortumatta. Liitoksissa sallitaan muodonmuutos, joka ei vaaranna rakenteellista turvallisuutta. Kyseinen rakenneosa tarkastetaan ja tarvittaessa korjataan vaurion jälkeen. Tasolta putoamista vastaan asennetaan pilariväleihin massiivipuinen törmäyssuojakaide.

Puurakenteet kiinnitetään toisiinsa itseporautuvien puuruuvein ja metallisin (alumiini tai teräs) valmisosaliitoksin. Kaikki teräsosat ovat pintakäsittelyltään kuumasinkittyjä. Puuruuvien pintakäsittelynä on ruuvivalmistajan osoittama, käyttöluokka 2 soveltuva pinnoite.

Kansirakenteiden päälle asennetaan kulutusta kestävä elastomeerikerros vedeneristeeksi. Elastomeerin reunat nostetaan pystyrakenteita vasten siten, että veden tunkeutuminen rakenteisiin estyy. Erityisesti kansilaattojen saumakohtiin sekä muihin epäjatkuvuuskohtiin kiinnitetään huomiota.

Tarkemmin rakennuksien suunnittelutietoja löytyy Suunnitteluperusteet-asiakirjoista, sekä riskiarviolomakkeista.

4.1.4 Rungon rakenneosat

Suora osa:

- Päällysteen varaus 20 mm
- Kansirakenne CLT 140 mm
- Kantava rakenne 2x450x165 Liimapuu k1400
- Primääripalkit 540x265

Kaaren sektorit:

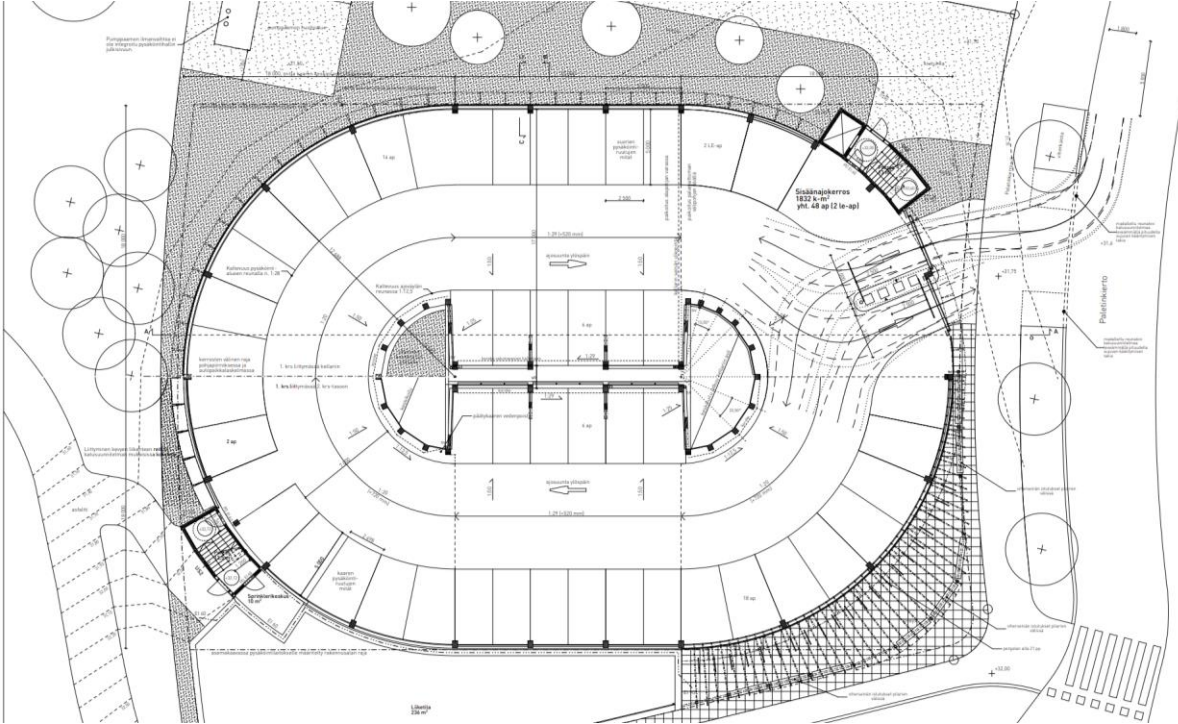
- Päällysteen varaus 20 mm
- Kansirakenne CLT 80 mm
- Kantava rakenne 630x240 Liimapuu /asennus säteittäin 3,75asteen välein (6kpl per pilariväli)
- Primääripalkit 540x265 – ulkokehä
- Primääripalkit 360x240 – sisäkehä

Suoran nurkan sektorit:

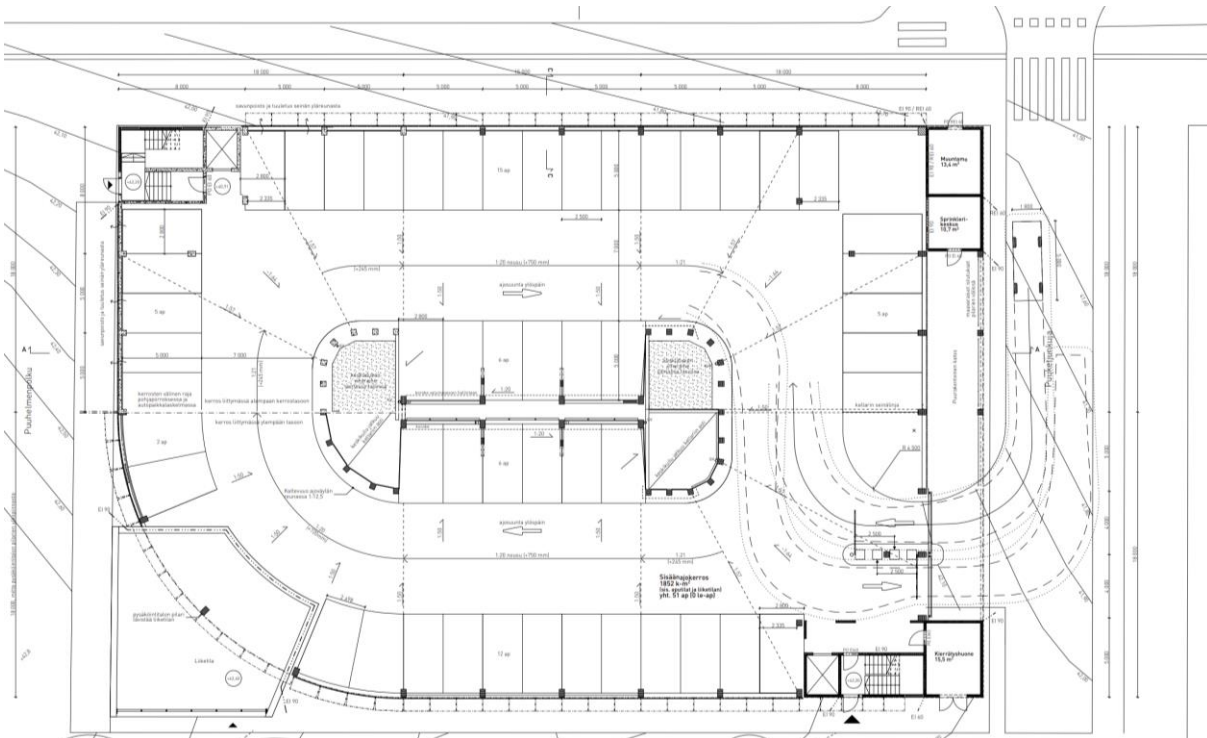
- Päällysteen varaus 20 mm
- Kansirakenne CLT 80 mm
- Kantava rakenne 630x240 Liimapuu /asennus säteittäin 3,75asteen välein (6kpl per pilariväli)
- Primääripalkit 540x265 – ulkokehä
- Primääripalkit 360x240 – sisäkehä

4.1.5 Case kohteiden pohjaratkaisut

Pohjaratkaisut Case kohteissa ovat toiminnaltaan hyvin samanlaiset ja autopaikkakohtainen tehokkuus $28,4 \pm 0,1 \text{ kem}^2 / \text{autopaikka}$. Arkkitehtonisesti keskeisin case kohde ero on valinta suorakulmaisen/kaarevan kulmaratkaisun välillä.



Kuva 7: Peruskerroksen pohjapiirustus Kuninkaantammi



Kuva 8: Peruskerroksen pohjapiirustus Kuninkaantammi

4.1.6 Rakentamistapa



Kuva 9: Kuninkaantammen katunäkymä

Tonttien laitosten ulkopuoliset ajoväylärakenteet ovat asfalttipintaiset. Liiketilojen sisäänkäyntialueet ovat tarkoituksenmukaisesti kivetyt ja reunavyöhykkeet ympäröivän viherrakentamisen tapaan istutetut. Maantasosta kasvavia viherseinärakenteita ei ole esitetty paloturvallisuussyistä.

Kellari on paloteknisistä syistä betonirakenteinen. Kellarien maanpäälliset ulkoseinät ja maantasokerroksen seinät ovat pystysuuntaisia, tuulettuvia z-profiilirakenteita.

Maantasokerroksen seinät voidaan verhoilla muillakin vaihtoehtoisilla palamattomilla, suoralta sateelta suojaavilla ja ilmaa läpäisevillä rakenteilla. Case-stadissa on käytetty Z-profiileja, joiden keskiosa on maalattu. Tällä saadaan maantasoon väriliukuefetti, joka muuttuu dynaamisesti rakennusta kierrettäessä.

Pysäköintilaitokset ovat puurunkoiset. Rungon liitososat ovat puurakenteiden verhoamia mekaanisesti kiinnitettäviä teräksisiä valmisosatuotteita. Runkorakenteiden palosuojaukset toteutetaan paloteknisen suunnitelman mukaan

Pysäköintilaitoksen lattiat tehdään elastomeeripinnoitteella, joka on hyvin kulutuskestävää polyuretaania. Pinnoite muodostaa jatkuvan vesieristeen ja sen suositeltava paksuus 3 mm. Elastomeerin päälle tehdään lisäksi pinnan liukuesteeksi pintasuojakäsittely tai polyuretaanin ja hiekan seoskäsittely. Pinnoite voidaan uusia helposti ruiskuttamalla sen mahdollisesti kuluessa.

Puisen parkkitalon vedeneristeenä voidaan käyttää puulle hyvän tartunnan omaavaa Masterseal P 770 tuotejärjestelmää. Lattiapinnoitteena ruiskutettavaa Masterseal M 811/813. Kerrosvahvuus pitää olla vähintään 2,5 mm. Pintamaaliksi ja uv-suojaksi järjestelmässä soveltuu Masterseal 269.

Puiset elementit on kiinnitetty toisiinsa muodostaen yhtenäisen kentän, jolloin elementtisaumojen mahdollista kesänaiokaista kohoamisongelmaa ei käytännössä ilmenisi. Yleisesti elementtien saumojen yli käytetään irrotuskaistaa.

Järjestelmän DOP ja tuotekortit on esitysaineistossa. Lisäksi myös Basfin testituloksia, palotesteistä, joissa on käytetty Masterseal M 813 polyureahybridiä, jossa palonestoaine on mukana.

Laitosten julkisivut voidaan verhoilla rakennuspaikan asemakaavan ja paikan muiden vaateiden mukaisilla materiaaleilla. Kuninkaantammen ja Puu-Kivistön kohteisiin on valittu puupintaiset esiharmaannutetut Accoya-levyt verhoilumateriaaliksi. Accoya® on täysin myrkytön ja ekologinen valinta kaikkiin kohteisiin, joissa vaaditaan säänkestävyyttä, mittapysyvyyttä ja edullisia ylläpitokustannuksia.

Accoya®n raaka-aine (Pinus Radiata -mänty) saadaan vastuullisesti kasvatetuista sertifioiduista metsistä. Puu asetyloidaan, eli kyllästetään väkevällä etikkaliuoksella, jolloin sen solukko muuttuu pysyvästi. Myös kotimaisen puun käyttöä Accoya tuotantoon selvitetään. Accoya® ei vaadi erillistä pintakäsittelyä kestääkseen, vaan sillä on ainutlaatuinen 50 vuoden takuu maanpäällisissä rakenteissa sekä maakosketuksessa/makeassa vedessä 25 vuoden takuu - käsittelemättömänä.

Julkisivujärjestelmä kiinnittyy vakiokiinnikkein (ref: aurinkopaneelien kiinnitysmekanismi) rakennusrunkoon ja osittuu rungon modulaarisen rakenteen mukaisiin osiin.

Rakennuksen katto rakentuu samoista rakennusosista kuin välipohjatkin. Katon vesieristeiden päälle on osoitettu kaksi erilaista viherkattoratkaisua. Päätykuilut katetaan terärunkoisella lasikateratkaisulla.

4.1.6 Havaintoja järjestelmästä



Kuva 10: Kuninkaantammen puistonäkymä

Järjestelmän mukainen pysäköintilaitos on kooltaan minimissään 36x51m kantavien rakenteiden ulkopinnasta. Tontin mitoituksessa tulisi varata lisäksi n. 2 metriä väljyyttä julkisivu-, viher- ja täydentäville rakenteille.

Järjestelmän lattiat ovat spiraalimaisesti nousevia. Järjestelmän mukaisessa kaavamerkinnässä voi olla tarkoituksenmukaista käyttää puolikerrosmerkintää, esim. 4 ½.

Pysäköintilaitoksen ajoneuvoliittymän paikka tulee osoittaa asemakaavassa ja katusuunnitelmissa. Sisäänulosajon tulisi kaksisuuntainen ja melko väljä. Liittymässä tulee varautua jonotusmahdollisuuteen sekä puomi- ja sisäänajojärjestelyihin. Kaavassa tulee ottaa huomioon kevyen liikenteen ja jalankulun turvallisuus.

4.2 Erityysuunnittelu

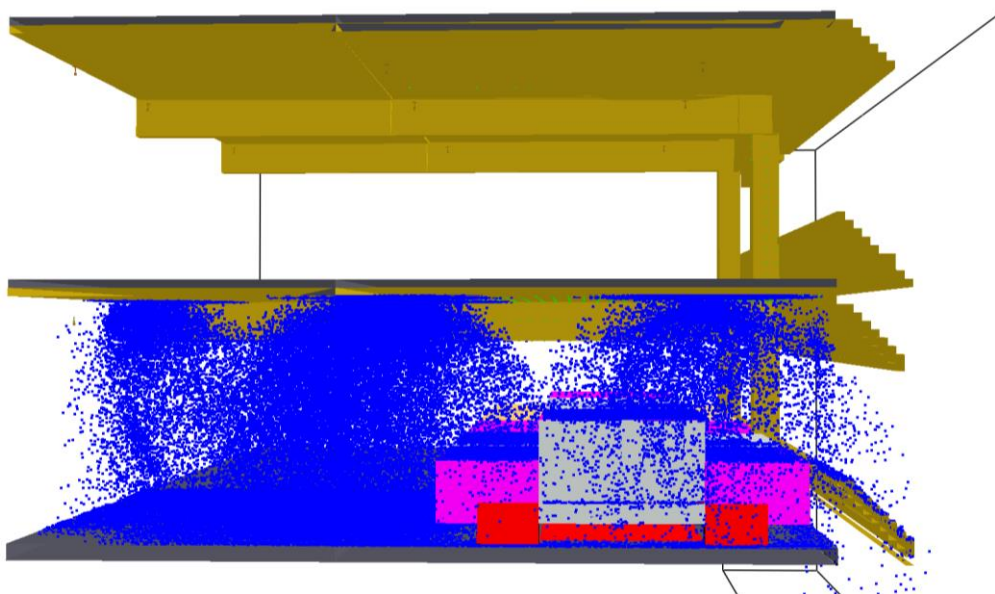
4.2.1 Palotekniset ratkaisut

Pysäköintilaitosten paloluokka on P0, koska ne ovat puurunkoisia ja yli 2-kerroksisia. Suunnittelun lähtökohtana on toteuttaa turvallisuustaso vertailuperiaatetta käyttäen P1-paloluokan autosuojan turvallisuustasoa vastaavaksi soveltaen suunnittelussa P2-paloluokan vaatimuksia puurungon suojaamisen suhteen, koska kyseiset vaatimukset on jo aikanaan perusteltu oletettuun palonkehitykseen perustuen. Kantavien ja osastoivien rakenteiden vaatimuksena tämä tarkoittaa R90 ja EI90 vaatimuksia, koska kipsilevysuojauksia käytetään vain hyvin vähän, ja koko rakennuksen varustamista automaattisella sammutuslaitteistolla. Julkisivuissa on puuta lukuun ottamatta maantasosta noin kolmea metriä.

Poistumisturvallisuus toteutuu paloasetuksen mukaisesti ja savunpoisto tapahtuu painovoimaisesti avoimen autosuojan ohjeiden mukaan.

Sprinkleri

Automaattinen sammutuslaitteisto toteutetaan SFS-EN 12845-standardin OH-luokan vaatimusten tai vastaavan suoritustason mukaan ja varustetaan varmennetulla yksinkertaisella vesilähteellä.



Kuva 11: Palosimulaatio

Sisäkaton B-s1, d0 luokkaiset puupinnat

Palosuojaukseen käytettävällä tuotteella tulee olla suoritustasoilmoituksen lisäksi akkreditoidun testilaitoksen myöntämä tuotesertifikaatti tai lausunto palonsuojakäsittelyn pitkäaikaiskestävyydestä perustuen testistandardiin (EN 16755, CEN/TS 15912 tai NT Fire 054).

Esimerkkejä mahdollisista palosuojakäsittelytuotteista löytyy seuraavista linkeistä:

<https://www.teknos.com/globalassets/teknos.fi/teollisuuteen/puuteollisuus/kuvat-sisa/dr-f-uusi.pdf>

<https://www.nordtreat.com/fi/palonsuoja-aineet/nt-deco>

Teknos FR Facade ja NT Deco ulkotilojen palosuojakäsittelyillä on hyväksyttävästi suoritettut pitkäaikaiskestävyyden kokeet.

Palosuojatun puutuotteen tuotannolla tulee olla sertifikaatti suoritustasojen pysyvyydestä. Esimerkki sertifikaatista ja sen liitteestä löytyy seuraavista linkeistä:

<https://www.siparila.fi/wp-content/uploads/2020/04/Palosuojaussertifikaatti-7326-10FI-Myllykoski.pdf>

<https://www.siparila.fi/wp-content/uploads/2020/04/Palosuojaussertifikaatti-7326-10-Liite-Myllykoski.pdf>

Sertifikaatin pätevyysalueen määrittelyt tulee ymmärtää paloteknisen käyttäytymisen kannalta: Vaikka sanallinen määrittely voi olla massiivipuupaneli, ei se teknisesti rajaa pois massiivista rakennepuutavaraa, kun seuraavat ehdot täyttyvät: Puulajin oltava sama (kuten kuusi CLT:n tapauksessa) ja vähimmäispaksuus sertifikaatin mukainen. Valmistajien sertifioimat tuotekokonaisuudet myös lisääntyvät koko ajan.

Sisäkaton B-s1, d0 luokkaisten puupintojen osalta tulee noudattaa tuotteen pitkä- aikaiskestävyyden testeihin perustuvaa valmistajan esittämää/takaamaa huolto-ohjelmaa. On huomattava, että autosuojan sisäkaton pintojen palosuojauksen huoltokäsittely ei ole tarpeen yhtä usein kuin julkisivun ulkopinnan, koska tuuletusraossa palosuojakäsittely ei altistu suoraan vesisateelle eikä UV- säteilylle.

4.2.2 Valaistus

Pysäköintitalon valaistus

Valaistuksen perustana on miellyttävä valaistus, joka on myös reilusti riittävä määrältään ja laadultaan, ylittäen reilusti perusvaatimukset. Valaistus on suunniteltu siten, että turvallisuus näkemisen kannalta on ollut avain asemassa. Valaistus on huomioitu valaistuksen kustannustehokkuus ja tarkoituksen mukaisuus. Pitkät huoltovälit ja luotettavuus on keskeisiä suunnittelu ja tuotevalinta perusteita. Suurehkolla valaisimien lukumäärällä pienennetään häikäisyä, koska selvittää pienemmillä tehoilla, joka on samalla toteuttaa hyvin myös mukavuus ja turvallisuusnäkökulmat. Energiatohokkuus on huomioitu valaisimissa ja erityisesti ohjauksissa, jolla tavoitellaan myös pienempää valosaasteen määrää.

Tavoitteena valaistukselle edellä mainittujen periaatteiden mukaisesti tehdä nykyaikainen valaistusratkaisu, jossa on huomioitu kustannukset ja kestävyys. Miellyttävä ja turvalliseksi koettavissa oleva parkkihalli vähentää ilkivaltaa ja muiden lieveilmiöiden syntymistä.

Parkkihallin vaikutusta ja näkymää ulos on saatu miellyttävämmäksi ja vähemmän ympäristöön säteileväksi valaisimien sijoittelulla ja valaistuksen ohjauksilla. Valoa on runsaasti vain silloin kun sitä tarvitaan eniten, muuten hillitysti ja niin vähän kuin on tarpeellista, ettei halli näytä suljetulta.

Led valaistus

Parkkihallin valaisimien koko 1221*74* 64 mm ulkoreunassa 695*74*64 mm

Sähköteho 40W, ulkoreunassa 20W, valotehot 5200 lm ja 2600 lm

Dali ohjaus

CRI yli 80

IP65, IK 08

Käyttöikä 50 000 h L80

Valaistuksen ohjaus Dali liiketunnistimilla 4 kpl /krs. Ohjaa valojen toimintaa siten että jos liikettä teho 100 %, kun ei liikettä teho putoaa 10 % tasolle, jolloin hallissa ei ole koskaan täysin pimeää. On ohjelmoitavissa myös siten että tietyn kellonajan jälkeen teho putoaa 0 % tasolle. Näin säästetään energiaa ja ylimääräistä valosaastetta.

Julkisivuvalaistus Accoya levyjen taakse

Julkisivuvalaistuksella tavoitellaan rakennukselle ryhtiä ja luonnetta, rakennus voi olla visuaalisesti kunnianhimoinen, vaikka onkin tarkoitettu vain autoille. Julkisivulevyjen kevyt valaistus korostaa rakennuksen suomumaisuutta ja tekee rakennuksen arkkitehtuurisesti kiinnostavaksi ja ympäristöä ja sen arvoja korostavaksi ja tietysti näyttää myös kauniin puupinnan. Julkisivuvalaistus on kuitenkin hillitty eikä aiheuta ympäristöön liikaa valosaastetta.

Dali -ohjattu led valaistus

Säätty automaattisesti vallitsevan valon mukaan

Profiilin koko 16*16* 1500 mm

Sähköteho 7,2W, valoteho 900Lm

Ylimmän kerroksen levyjen alapinnasta lähtien valaistaan, alimman kerroksen levyihin ei tule valaisinta

Optiona on mahdollisuus Tunable White, jossa on mahdollisuus vaikuttaa värilämpötilaan tai RGBE jossa myös mahdollisuus 64000 eri väriä.

Hissikuilujen valaistus

Pystylinjainen valoviiva, joka kulkee kaikkien kerrosten läpi saumattomasti. Ohjaus myös kerroksittain liiketunnistuksella kuten hallissakin.

4.2.3 Rakenteiden suojaaminen kosteudelta ja tasovesien poisto

Pysäköintilaitoksen lattiat tehdään jatkuvalla elastomeeri pinnoitteella, joka on hyvin kulutuskestävää polyuretaania. Pinnoite muodostaa jatkuvan vesieristeen ja sen paksuus on 3 mm. Elastomeeri karhennetaan hiekalla liukkauden vähentämiseksi ja maalataan (värimuutoksien takia) seoskäsittely. Pinnoite voidaan uusia helposti ruiskuttamalla sen mahdollisesti kuluessa. Tarkemmin kappaleessa 4.1.5 Rakentamistapa.

Tasot on kallistettu sisäänpäin 1:50. Hissi ja porrashuoneiden edustoja lukuun ottamatta kaikki lattiapinnat laitoksissa ovat kallistetut ajoliikenteen suunnassa. Sadevesikourut kiertävät rakennusten sisäosan valoaukon reunoja. Kosteuseristyspinnoite jatkuu saumattomana sadeveden poistojärjestelmälle ja nousee pystyrakenteita, pilareita ja ulkolaidan CLT-kaiteita vasten. Pystyrännit sijaitsevat päätyjen sisäkurveissa ja niiden määrä ja koko mitoitetaan hallin todennäköisen tulevan maksimikoon mukaan.

4.2.4 Sisäinen logistiikka

Ajoväylät

Laitoksissa on kahteen suuntaan ajettava ajoväylä ja pysäköintipaikat sen molemmin puoli. Ajoväylän leveys on RT 98-11237 pysäköintilaitokset ja RT98-11235 pysäköintialueet (pysäköintipakat, normaali mitoitus) mukaisesti 7 m. Nurkka/päätymoduuleissa pysäköintipaikat on osoitettu ulkokurvin puolelle käyttömukavuuden ja -turvallisuuden vuoksi. Päädyn kurvin sisäpuoli muodostaa valo- ja savunpoistokuilun.

Pysäköintiruudut

Pysäköintiruutujen mitoitusperusteena on ollut sama RT 98-11237 pysäköintilaitokset ja RT98-11235 pysäköintialueet (pysäköintipakat, normaali mitoitus) mukaan eli tavanomaiset pysäköintipaikat ovat kooltaan 2,5x5 m ja LE-paikat 3,6x5 m. Le-paikat on sijoitettu hissien läheisyyteen ja niiden lattiaa on kallistettu vain vedenpoiston edellyttämän kallistuksen 1:50 verran.

Portaat ja hissit

Portaat on mitoitettu normimitoitusten mukaisesti. Porras- ja hissikuilut on suunniteltu CLT-rakenteisina. Askelmien alapuoli ja päädyt voi olla puuta. Porraskuilut varustellaan isoilla ikkunoilla luonnonvalon ja viihtyisyyden luomiseksi.

Pysäköintilaitoksen hissit ovat konehuoneettomia henkilöhiskejä tyyppiä ORONA X15. Hissit ovat 13 hengen/ 1000 kg hissejä kooltaan 1600x1400mm. Niiden nopeus on 1,6 m/s ja hisseissä on ns. ovien ennakoavaus, jolloin automaattiovet ovat keskeltä aukeavat. Tämä lisää hissien käytettävyyttä sekä nopeutta. Hisseihin on mahdollista rakentaa lasinen takaseinä.

4.3 Valinnaiset ratkaisut

4.3.1 Viherkatot

Viherkaton tärkeimpiä ominaisuuksia ovat ekologinen ja esteettinen viheralue, huleveden viivytyks jopa 50–80 % sademäärästä voi varastoitua viherkaton kasvualustaan, lämpötilojen muutoksien vähentäminen ja lämmön varastoiminen. Viherkatot sitovat pölyä ja epäpuhtauksia sekä kasvit sitovat hiilidioksidia ja tuottavat happea.

Eri viherratkaisuihin lisätään myös alueen biodiversiteettiä.

Kattoja kiertää kaiderakenne. Niille ei ole sijoitettu kattopollareita vedeneristeen läpäisyn välttämiseksi.

Helsingin Kuninkaantammen kohteeseen on suunniteltu vain kevytrakenteinen maksaruohokatto, joka täyttää katteen paloteknisetvaatimukset ja jolle voidaan siten asentaa myös aurinkopaneeleita. Kuninkaantammen tekninen alusta on Kerabit Maksaruohokatto, noin 40–60 mm paksuudeltaan ja painoa 30 kg/m².

Kustannusarvio maksaruohokaton on 100 €/ m².

Maksaruohokaton huoltotarve arviolta 2–3 kertaa vuodessa, alkuun varauduttava useampaan kastelukertaan, jonka tarve vähenee ensimmäisen kauden jälkeen.

Huolto vaatii vesiliitännän katolle

Maksaruohokaton päällä voidaan toteuttaa huolto, eli varsinaisia huoltokäytäviä ei tarvitse toteuttaa.

Kustannusarvio maksaruohokaton huollolle on 4000 €/vuosi.

Vantaan Puu-Kivistön kohteen 200 mm kasvualustana käytetään Alotecin Optigrün Luonnonkattojärjestelmä paksuudeltaan noin 150–250 mm. Paino vaihtelee 100–300 kg/ m² riippuen kasvualustan paksuudesta.

Korkeampi kasvatusalusta mahdollistaa korkeampien ja monivuotisten kasvien käytön esimerkiksi Perennat laajasti, Karhunnata, Nuokkuhelmikkä, Hopeatoppo, Sinilupikka, jotka on todettu Suomessakin monivuotisiksi kasveiksi ja varsinkin näillä pystytään lisäämään alueen biodiversiteettiä. Kaikki kasvilajikkeet määritellään tarkemmin yhdessä tilaajan kanssa.

Huomioitavaa, että luonnonniittykatolle ei ole palosuojaaluokitusta.

Kustannusarvio niittykatolle on 130 €/ m².

Huoltotarve on tiheämpi kuin maksaruohomatolla eli noin kerran kuukaudessa kastelu, siistintä ja mahdollinen lannoitus. Keväällä ja syksyllä tehdään laajempi huolto esimerkiksi niittäminen, jos tarpeen, keväällä kasvillisuutta voidaan joutua hieman uusimaan laajemmin.

Huolto vaatii vesiliitännän katolle. Suurinta osaa heinäkatostakin voidaan huoltaa päältä, mutta järkevämpää on suunnitella osittain huoltoreitit katon päällä ja käyttää niissä matalampaa kasvustoa. Kustannusarvio niittykaton huollolle on 8000 €/vuosi.

Jos tahdotaan osittain käyttää korkeampia pensaita tai puitakin, on näille suosituksena käyttää normaali ruukku kasvualustana.

4.3.2 Julkisivujen viherratkaisut



Kuva 12: Puu-Kivistön katunäkymä

Julkisivujen mahdollisten kasvatusalaiden suositeltu kasvualustan syvyys on noin 500 mm riippuen valittavista kasveista. Kasvualaiden paras sijoitusilmansuunta on kaakko-länsi välillä.

Kastelujärjestelmäksi suunniteltu Huleveden käyttö vaatii joko katolle tai kellariin sijoitettavan huleveisisäiliön ja sieltä putkituksen kasvualtaisiin.

Itse kastelujärjestelmä voidaan toteuttaa autonomisella ja automaattisella kastelujärjestelmällä, mutta vaatii eri kerroksiin silti varauksen vesiliitännälle mahdollisen manuaalikastelun takia.

Kasvilajeina käytetään Suomessa pärjääviä monivuotisia kasveja esim. Kuusamat, Aroniat, Tuomipihlaja, Rinneangervo, Taikinamarja, Nukkeruusu, Keijunruusu. Kaikki kasvilajit tarkennetaan asiakkaan kanssa.

Huomiona, että myöskään näillä kasveilla ei ole palosuojausluokituksia.

Kustannusarvio kasvualtaiden toteutukseen kasveineen on per leveysmetri 2000 €/m sisältäen kastelujärjestelmän.

Julkisivujen kasvein huolto järjestetään julkisivujen aukkojen kautta sisäpuolelta (ainut järkevä tapa). Huoltotarve myös näillä kasveilla noin kerran kuukaudessa kastelu, siistintä ja mahdollinen lannoitus. Keväällä ja syksyllä tehdään laajempi huolto. Keväisin kasveja uusittava hieman laajemmin.

Kustannusarviota julkisivujen viheralueille ei voida määrittää ennen kuin laajuus on selvillä.

Kasvatusaltaat ja mahdolliset aurinkopaneelit on sijoitettava eri kohtiin julkisivulla.

4.3.3 Aurinkopaneelit



Kuva 13: Puu-Kivistön pihanäkymä

Aurinkopaneelien asennus

Katolle: normi kelluvarakenteinen kannakointi katteen päälle betonipainoilla. Asennus tulee sovittaa yhteen viherkaton kanssa. Asennukset noudattavat normaalia aurinkopaneeleille käytettyä asennustekniikkaa.

Seinälle: Aurinkopaneelit asennetaan osaksi kääntyvää Accoyalevy-asennusta, aurinkopaneeli on pienempi kuin Accoya-levy ja voidaan asentaa levyn päälle. Vaihtoehtoisesti, jos aurinkopaneeleita tulee runsaasti, esimerkiksi satoja kappaleita seinään asennettavaksi, Accoya-levyt voidaan korvata aurinkopaneeleilla.

Kiteinen aurinkopaneeli, kallistuskulma 30–90 astetta

On-Grid-järjestelmä (paneelit, inventterit, lisälaitteet)

Kiinnitykset:

- Etelän suuntaan varjostukset huomioiden
- Katolle telineet; jalustat, alusraudat ja kiinnitysprofiilit
- Seinälle kiskoille
- 1 paneeli 1,6 m² (1,5m²-2m²)

Sähköntuotanto (13 % hyötysuhteella)

- Katolle 700 m² (kallistus 30), hieman tuuletettu moduuli
-66 543,75 kwh/a
- Seinille paneeleja saman verran (700 m²) kallistus 90 (ei tuuletusta)
- > Yhteensä, jos paneeleita 1400 m², niin tuotto 128 651 kwh/a

Aurinkopaneeleiden suhteen tarkistetaan, että niiden ja käytettyjen asennustarvikkeiden palokuorman määrä ja palo-ominaisuudet suhteessa hyväksyttäviin katteisiin eivät oleellisesti lisää palon leviämisen vaaraa. Turvakytkimen sijoituksen suhteen kuullaan pelastuslaitosta, jolle myös esitetään aurinkopaneelien toteutussuunnitelmat ennen asennustöiden aloittamista.

4.4 Kilpailukyky

4.4.1 Kiertotalousperiaatteiden toteutuminen

Rakentaminen vaiheittain

Pysäköintilaitokset ovat toteutettavissa vaiheittain. Kerroksissa on vakiokorkeus ja kattorakenne on toteutettu suoraan välipohjan kanssa identtisen rakenteen päälle. Rakennukseen voidaan lisätä tai siitä voidaan poistaa kerroksia. Lisäkerroksia rakentaessa tai poistaessa tulee huolehtia, että hissikuilu ja hissi ulottuvat rakennuksen ylimmälle tasolle. Rakenteen rakenne- ja palotekninen maksimikorkeus on kahdeksan kerrosta.

Rakenteen siirto

Järjestelmän mukaan rakennettu pysäköintilaitos voidaan siirtää osissa samaan muotoon ja kokoon uudelle rakennuspaikalle. Kaikki betonirakenteisen kellarin yläpuoliset rakenteet ovat mekaanisesti irrotettavissa ja siirrettävissä. Lattioiden kulutus- ja kosteuseriste kaksikomponenttinen polyurea-hybridi voidaan leikata hanketta siirrettäessä elementoinnin mukaisesti osiin, poistaa karhennuspinnoite 20 cm leveydeltä, käsitellä saumat uudessa sijainnissa samalla elastomeerillä ja karhentaa pinta yhtenäiseksi, jatkuvaksi kulutus- ja kosteuseristeeksi.

Viherkaton viherrakenteet ja niiden kasvualusta voidaan siirtää osina.

Porrashuoneiden palonsuojaverhoilut voidaan kiinnittää mekaanisesti ja siirtää sellaisinaan laitoksen uuteen sijaintiin.

Liitokset

Pysäköintilaitosjärjestelmän kaikki kellarin yläpuoliset liitokset toteutetaan mekaanisina. Pilareiden, palkkien ja laattojen liitokset tehdään teräsrakenteisin valmisosin ja pulttaamalla tai ruuvaamalla. Pilareiden ja konsolien ruuviliitoksia ei irroteta siirrettäessä. Siirroissa eloksoidaan avoimet ruuvireiät ja kiinnitetään uudet ruuvaukset eri kohtiin.

Materiaalihävikin minimoiminen

Ruuveja lukuun ottamatta kaikki rakennuksen maanpäälliset runkorakenteet ja täydentävät rakenteet voidaan siirtää ja käyttää uudelleen uudessa sijainnissa. Rakennuksenmaanpäällisten osien kierrätettävyyssprosentti on lähes 100 %. Jopa pilarijatkosten suojana toimivat puukonsolit voidaan käyttää uudelleen uudessa sijainnissa.

Elementoituna suunnitellut rakenteet tuotetaan teollisesti määrämittäisinä puuelementtituotantolaitoksissa. Liimapuun ja CLT:n tuotannossa käytetään raakamateriaali hyvin tehokkaasti.

Puumateriaalin käyttö

Puurakentamisella on mahdollisuus vähentää huomattavasti kasvihuonepäästöjä ja kasvattaa hiilikädenjälkeä. Puu raaka-aineena uusiutuva luonnonvara ja kasvaessaan se sitoo hiilidioksidia ilmasta, jolloin hiilidioksidi sitoutuu rakennusmateriaaliin. Se toimii siis koko rakennuksen elinkaaren ajan hiilivarastona ja nostaa huomattavasti rakennuksen hiilikädenjälkeä.

Esimerkiksi betonirakenteisiin verrattuna puulla on huomattavasti alhaisempi hiilijalanjälki. Kun otetaan huomioon puun kyky sitoa hiilidioksidia, voidaan puurakentamisella minimoida tehokkaasti rakennusvaiheen päästöjä ja se on yksi keinoista päästä Suomen tavoitteeseen olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä.

4.4.2 Rakennusosien elinkaaren pituus

Säärasitukselta suojatuille liimapuurakenteille myönnetään tuoteosatoimittajien puolelta yleisesti 50 vuoden elinkaari. Tähän rakennusosakategoriaan kuuluvat rakennuksen runkorakenteet: pilarit, palkit ja laatat.

Valmistaja myöntää julkisivun sääsuojana toimiville esipatinoiduille Accoya-levyille saman 50 vuoden takuun. Järjestelmää ei ole sidottu Accoyan käyttämiseen. Tuote on valittu esimerkkikohteisiin hyvän sääsuojalupauksen ja umpipaisuuden takia.

Julkisivun sekundääristen puuosien huoltoväli on 20 vuotta tai tarvittaessa.

Julkisivujen CLT-rakenteet on pääosin suojattu suojaverhoiluilla. Porrashuoneissa, ja paikoissa, joissa CLT-pinnat ovat suojaamattomina julkisivulla voidaan niitä huoltaa 20 vuoden välein ja tarvittaessa verhoilla esim. puisella vaihdettavalla ”uhri” kerroksella.

Rakenteen mahdollisilla siirtokerroilla ei ole ylärajaa. Siirrot edellyttävät suojauksilta erityistä huolellisuutta ja saattavat aiheuttaa rakenteille mekaanista kulutusta, minkä takia jokainen rakenteen siirto lyhentää kokonaisuuden elinkaarta. Rakenteen modulaarinen luonne mahdollistaa elinkaarensa päähän päässeiden rakenteiden uusimisen siirrettäessä ja sitä kautta määrittelemättömän pitkän elinkaaren japanilaisten osissa uusittavien puutemppelien tapaan.

4.4.3 Hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki

Hiilijalanjäljellä kuvataan kohteen elinkaaren aikana syntyviä ilmastopäästöjä ja hiilikädenjälki kertoo kohteen ilmastohyödyt eli päästövähennyspotentiaalin (negatiivinen luku, positiivinen vaikutus).

Pysäköintilaitoksen hiilijalanjälki rakentamisen ja 50 vuoden elinkaaren ajalta on 1461 tnCO₂e
Pysäköintilaitoksen hiilikädenjälki rakentamisen ja 50 vuoden elinkaaren ajalta on -2116 tnCO₂e
Hiilikädenjälki on kohteissa huomattavasti jalanjälkeä suurempi, mikä on erittäin hyvä tulos.
Tällöin hiiltä sidotaan enemmän kuin päästetään ilmakehään. Kohteella on paljon ominaisuuksia, joilla on positiivinen vaikutus hiililaskentaan. Puu on uusiutuva raaka-aine, joka kykenee sitomaan hiilidioksidia, joten puurakentaminen edistää vähähiilisyyttä ja kasvattaa hiilikädenjälkeä.

Laskennassa huomioitu tärkeimmät puurakenteet (rungon rakenneosat) ja lämmitetty nettoala asetettu arvoon 1, jolla on vaikutusta tuloksiin. Ostoenergian kulutus arvioitu 100 000 kWh/a.
Päästövaikutukset ovat kohteessa suurimmat ennen käyttöä (talotekniikka, materiaalit, kuljetus, työmaa). Talotekniikan hiilijalanjäljen osuutta nostaa aurinkopaneelit, mutta niillä on myös huomattava positiivinen vaikutus kokonaispäästöihin. Käytön aikaiset päästöt koostuvat ostoenergian kulutuksesta, sekä oletetuista korjauksista sekä vaihdoista. Puurakenteisen järjestelmän ollessa myös siirrettävissä, vähenee sitä kautta käytön jälkeiset päästöt.

Taulukko 1: Hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki vähähiilisyyden arviointimenetelmän liitteen 6 vähimmäisvaatimuksien mukaisesti

Rakennuskohteen tiedot	
Osoite	Lammenranta, Kuninkaantammi
Rakennustyyppi	Paikoitushalli (muu rakennus)
Tekniset tiedot	
Kerrosala	8169 brm2
Kellarikerrosten lukumäärä	1
Pääasiallinen runkomateriaali	Puu
Laskennallinen ostoenergian kulutus	100 000 kWh/a
Elinkaariarviointi	
Päästövaikutukset ennen käyttöä	hiilijalanjälki 16173 hiilikädenjälki -36442,5 (kgCO2e/m2/a)
Päästövaikutukset käytön aikana	hiilijalanjälki 13044 hiilikädenjälki -5881,92 (kgCo2e/m2/a)
Päästövaikutukset käytön jälkeen	ei purkuvaiheen päästöjä, taulukkoarvojen mukaan 0,7 kgCO2e/m2/a
Hiilijalanjälki	1461 tnCO2e 29217,64 kgCO2e/m2/a
Hiilikädenjälki	-2116 tnCO2e -42324 kgCO2e/m2/a
Arvioinnissa käytetyt tiedot	
Laatija	Elisa Leino
Koulutus	Energia- ja ympäristötekniikan insinööri
Laadinnan päivämäärä	9.2.2021
Taulukkoarvoja	A, B, C
Tarkempia laskelmia	B
Arvioinnin tekovaihe	Rakennuslupa
Käytetyt laskentaohjelmat	Vähähiilisyyden arviointimenetelmä ja Ympäristöministeriön pilottivaiheen yksinkertainen laskentaohjelma
Tietojen luotettavuus	Huomiona laskelmiin vaikuttava lämmitetty nettoala, jonka arvona käytetty 1 (ei voi asettaa 0). Tämä arvo muuttaa tuloksia
	Vain puurakenteet huomioitu

4.4.4 Järjestelmän rakennuskustannukset

Kustannuksiltaan modulaarinen siirrettävä pysäköintilaitos on samassa tavoitetasossa betonirakenteisen kanssa. Rakenteen kustannustaso on n. 30 000 eur, alv 0 %.

B 1 RAKENNUTTAJAN KUSTANNUKSET	
	SUUNNITTELU JA TUTKIMUKSET
	RAKENNUTTAMINEN JA VALVONTA
B 2 RAKENNUSTEKNISET TYÖT	
	1 ALUETYÖT
	1 RAKENNUKSEN MAATYÖT
	2 PERUSTUKSET JA KELLARIN ERITYISRAKENTEET
	3 RUNKO- JA VESIKATTORAKENTEET
	4 TÄYDENTÄVÄT RAKENTEET
	5 SISÄPUOLISET PINTARAKENTEET
	6 KALUSTEET, VARUSTEET, LAITTEET
	7 KONETEKNISET TYÖT
	8,9 TYÖMAAN KÄYTTÖ- JA YHTEISKUST.
	KATE
B 3 LVI-työt	
B 4 SÄHKÖTYÖT	
B 5 ERILLISHANKINNAT	
	MUUT KUSTANNUKSET (mm. VARAUKSET)

Tonteilla, joilla voidaan jatkaa suoraa osaa pidemmäksi ja kasvattaa kerrosten lukumäärää voidaan optimoida kustannuksia n. 10 %.

Kustannuksissa on huomioitu rakentamisen kustannukset huputtamatta kuitenkin noudattaen kosteudenhallinnasta Kuivaketju 10 toimintamallia. (<http://kuivaketju10.fi/>)

Aurinkopaneelit ja sähköautopaikat laajemmin toteutettuna ehdotetaan osaksi ulkopuoliset operaattorin tehtäväkokonaisuutta, jolloin niiden ja tavoitteellisesti, koko julkisivun ja viherratkaisujen kustannukset ja ylläpito katettaisiin saatavilla tuotoilla.

Kustannusten rakennusosatasoinen erittely liiteaineistossa.

4.4.5 Puurakentaminen kaupunkikuvassa

Uusi, suomalainen, puinen pysäköintilaitos on kaupunkikuvallisesti ja yhdyskuntarakenteellisesti mielenkiintoinen vaihtoehto betonirakentamiselle. Puisena järjestelmänä se soveltuu myös pienten taajamien ja yhteisöjen käyttöön.

Vaiheittain rakentaminen, muunneltavuus, ja kierrätettävyyys ovat uudenlaisen puupysäköintilaitoksen etuja. Uudenlainen laitos avaa myös mahdollisuuden kaupunkirakenteen tiivistämiselle ja tarjoaa kustannustehokkaan vaihtoehdon pysäköinnin järjestämiselle.

Puu on ekologinen ja ympäristöystävällinen rakennusmateriaali, jolla on pitkä perinne suomalaisessa kulttuurissa.

5. Johtopäätökset

5.1 Tiivistelmä

Puurakeinen pysäköintilaitos on mahdollista suunnitella rationaaliseksi ja systemaattiseksi. Tämän vuoksi se on samalla tehokkaasti tuotettavissa ja rakennettavissa. Näiden ominaisuuksien johdosta se on myös taloudellisesti kilpailukykyinen. Modulaarisen puurakentamisen suuri etu on resurssitehokkuus, joka tarkoittaa esimerkiksi lämpötiloista riippumatonta valmisosarakentamista sekä rakennustöiden minimointia työmaalla.

Puurakenteinen pysäköintilaitos on vastaus myös kiertotalouden asettamiin haasteisiin. Rakennusosien uudelleenkäytettävyys on realistisesti mahdollista. Hankkeen hiililaskennan tulokset vastasivat tavoitetta. Hiilikädenjäljen osuus oli huomattavasti jalanjälkeä suurempi, mikä on erittäin kannustava tulos. Voidaan todeta, että hanke edistää tehokkaasti hiilineutraaliuteen tähtääviä ilmastopoliittisia tavoitteita.

Konsulttitoimisto Jensen Hughesin tekemässä suunnitelmien arviointiselvityksessä todetaan, että hankkeen tuottama suunnitelma-aineisto ei ole vielä riittävän laaja ja yksityiskohtainen, jotta esitetyt puurakenteisen pysäköintilaitoksen paloturvallisuusratkaisut täyttäisivät rakennusluvan myöntämisen vaatimukset. Arviointiselvityksessä todetaan, että konseptisuunnitelman pohjana käytettyjen dokumenttien (erityisesti VTT-R-07556–10) lähestymistapana ollut vertaileva riskianalyysi on hyvä lähtökohta myös puurakenteiselle pysäköintilaitokselle, mutta edellyttää jatkossa laajempaa tarkastelua ja kohdekohtaista suunnittelua.

Konsulttitoimisto Ramboll Finland Oy arvioi hankkeen rakennusfysikaalista suunnittelua ja puurakenteisen pysäköintitalon rakennusfysikaalista toimivuutta yleisellä tasolla Suomen ilmastossa. Kolmannen osapuolen lausunnon mukaan suunnitelmissa esitetty liimapuu- ja CLT-rakenteinen pysäköintitalo on mahdollista toteuttaa rakennusfysikaalisesti toimivasti ja turvallisesti. Pysäköintitalon toteutus puurakenteisena korostaa suunnittelun, rakentamisen ja ylläpidon merkitystä rakenteiden hyvän kosteusteknisen toiminnan ja materiaalien pitkäaikaiskestävyyden varmistamisessa.

5.2 Hankkeen opit

5.2.1 Konseptisuunnitelma

Tehtävänä hanke oli laaja ja vaativa. Puupaikoitustalokonseptin kehittämistehtävä osoittautui työlääksi, aikaa vieväksi ja rakentamisen sääntelyn tulkintojen osalta haasteelliseksi. Rakennushankkeena puurakenteisen paikoitustalo edellyttää kaikilta osapuolilta erityisen huomion kiinnittämistä koko prosessin laadunvarmistustoimenpiteisiin. Puurakenteisten pysäköintilaitosten useat suunnittelutehtävät kuuluivat luokaan ”poikkeuksellisen vaativa suunnittelutehtävä” (MRL 120 d §).

Keskeinen rajausta puurakenteiden osalta on, että maanalaiset rakenteet eivät paloteknisistä syistä voi olla puurakenteisia. Tiiviissä kaupunkirakentamisessa on hyvin perusteltua maanalaisen osuuden toteuttaminen, jolloin kokonaisratkaisu on yhdistelmä maanalaisesta betoni rakenteesta ja maanpäällisestä puurakenteesta. Hintatasoltaan puu ja betoniratkaisut ovat saatavissa samalle tasolle. Puun etuna ekologisuus ja tulevaisuudessa hiililaskennasta mahdollisesti saatavissa olevat kustannushyötyt.

Väestönsuojien sijoittaminen pysäköintilaitoksen yhteyteen koettiin hankkeessa sekä kaavoituksellisista että toteutuksellisista syistä toimimattomaksi ratkaisuksi. Ratkaisuun ei sisälly väestönsuojien toteutusta.

5.2.2 Rakennuttaminen

Asemakaavoituksessa tulee huomioida tonttien riittävä pysäköintitalon ja liikennejärjestelyiden huomioiva mitoitus ja muoto, pysäköintilaitosten alueellinen sijoittuminen sekä kaavamääräykset.

Eri viranomaisten kanssa on tärkeä selvittää lupaprosessin kulku jo hankesuunnitteluvaiheessa, jotta erityisesti rakenteellisen paloturvallisuuden osalta saavutetaan viranomaisen edellyttämä erityissuunnitelmien ja selvitysten taso.

Rakennuttamisen näkökulmasta suunnittelutyön riittävä resursointi jo hankkeen alkuvaiheessa on keskeistä. Lisäksi on hyvä tunnistaa puurakenteisten hankkeiden erityispiirteet. Kolmannen osapuolen osaamista on hyvä hyödyntää jo hankesuunnittelusta aina lopulliseen loppukatselmukseen saakka.

Jatkotarkastelussa tulee kohdekohtaisesti huomioida pysäköintilaitoksen ominaispiirteet, kuten esimerkiksi palokuorman laatu ja määrä, suuri palo-osastokoko, tilan avoimuus, palon mahdollinen leviäminen julkisivun kautta ja sammutustoiminnan edellytykset.

5.2.3 Kustannusyhteenvedo

Kustannustehokkuuden näkökulmasta molempien case kohteiden tontit osoittautuivat ratkaisumme näkökulmasta pinta-alaltaan pienimmiksi mahdollisiksi. Autopaikkakohtaista kustannustehokkuutta pystytään parantamaan 10–25 % lisäämällä paikoitushallin pituutta ja korkeutta. Pituutta lisättäessä suoran osan tehokkaiden lohkojen määrä kasvaa ja korkeutta lisättäessä aina kahdeksaan kerrokseen asti katon- ja perustusten autopaikkakohtainen osuus vähenee vaikuttamatta olennaisesti rakenteisiin.

Toteutuksellisesti puurakeinen pysäköintitalo on systemaattinen sekä tehokkaasti tuotettavissa ja asennettavissa. Puurakenteisen kokonaisuuden osalta myös siirrettävyys on todellinen.

Hyödyntämällä ja ulkoistamalla aurinkopaneelien ja sähköisten autopaikkojen toimintakokonaisuudet on mahdollista päästä ko. toiminnallisuuksien lisäksi julkisivujen ja jopa viherratkaisujen toteuttamisen ja ylläpidon osalta tulokseen, jossa niistä ei aiheudu kustannuksia pysäköintitalon toiminnalle.

5.2.4 Puurakenteen toimiminen pysäköintikäytössä ja siirrettävyys

Puurakenteisen rakennuksen rakennetekninen toimivuus on hyvä. Käyttämällä pidemmät jännevälit mahdollistavaa liittorakennetta ja nopeaan rakentamiseen soveltuvaa välipohjan elementointia saavutetaan kokonaisuutena nopea rakentamisen työmaavauhti valmisosat tuotteita käyttäen.

Tuotteiden ja rakenteiden toteutusperiaatteet ovat jo olemassa ja testattu useissa rakennuksissa. Paikoitustalo tuo uutta puurakentamisen osaamisen soveltamisalaa ja tarvetta jatkokehittää valmistuotteiden tuotantoa. Kuitenkaan ei vaikuttaisi, että kyseessä olisi liian suuri muutos.

Paikoitusrakennuksen korkea palonkestoaika on kohtuullisen vaivatonta saavuttaa puurakenteella, käyttäen hiiltymämitoitusta. Varsinkin kosteudelle ja satunnaiselle roiskevedelle alttiit pinnat eivät ole kestäviä levy pintaisina, jolloin levysuojattu puurakenne vaatisi tarpeettoman paljon huoltoa. Esimerkiksi kansilaatan alapuolen rakenteiden suojaamiseen voidaan käyttää palonsuojakäsittelyn sijasta käyttäen levysuojasta. Näissä paikoissa mahdollisen palon aiheuttama intensiteetti on myös suurin.

Puurakennuksen suurin etu on valmisosarakentaminen, jolloin jälkivaluja tai työmaahitsauksia ei tarvitse suorittaa, tai odotella kansivalujen kuivumista. Työ voidaan suorittaa käytännössä lämpötilasta riippumatta. Lisäksi rakennus on uudelleenkäytettävissä korkealla prosentilla.

Puurakennuksen haaste on aina kosteussuojaaminen ja siinä onnistuminen. Rakennusta on syytä ensimmäisinä vuosina tarkastaa aktiivisesti, että rakenteet toimivat suunnitellulla tavalla. Hyvänä puolena on rakenteiden selkeys, eikä piiloon jääviä ongelmapaikkoja ei käytännössä ole.

5.2.5 Palotekniset johtopäätökset

Tämän projektin yhtenä päätavoitteena oli selvittää ne merkittävimmät asiat, jotka vaikuttavat puurakenteisten paikoitustalojen paloteknisesti turvalliseen toteuttamiseen.

Paloturvallisuussuunnitelmien perusteena oleva puurakenteiden vertaileva riskianalyysi P1-paloluokan vastaavaan rakennukseen tehtiin käyttäen samoja perusteita kuin vuoden 2011 palomääräysten uudistuksessa oli käytetty. Tuolloin tuli ensimmäistä kertaa mahdolliseksi rakentaa 8 kerroksisia puurunkoisia rakennuksia.

Kuten kolmannen osapuolen lausunnossa todetaan, oletettuun palonkehityksen perustuva suunnitelma on aina rakennuslupakohtainen. Siten nyt tehdyt suunnitelmat muodostavat pohjan, jolta kohdekohtaiset suunnitelmat tehdään ottaen huomioon rakennuksen yksityiskohtaiset ratkaisut ja käyttöön liittyvät seikat.

Tehdyt analyysit osoittavat, että on mahdollista toteuttaa pysäköintirakennus puurakenteisena paloturvallisuuden suhteen.

Hankkeessa on katsottu, että yksityiskohtaisempi kohdekohtainen oletetun palonkehityksen mukainen suunnittelu ei sisälly puisen pysäköintitalon modulaarisen rakennejärjestelmän suunnittelun tehtäväksi antoon. Yksityiskohtaisempi palosuunnittelu ei myöskään käytännössä muuttaisi paloturvallisuuden perusratkaisuja.

Paloteknisesti enintään 28 metriä korkea autosuoja on mahdollista toteuttaa pääosin ilman kipsilevy-suojauksia, kun palon leviämistä rajoitetaan sisäkattopintojen palosuojauksella B-s1, d0 luokkaan ja rakennus varustetaan automaattisella sammutuslaitteistolla. Puupintojen rajoitettu osallistuminen paloon kompensoidaan palonkestävyyden osalta korkeammilla vaatimuksilla: R90 ja EI90 tunnin palonkestävyysvaatimuksen sijaan. Julkisivulla voidaan käyttää puuta siten, että puuverhoilut rajoittavat palon leviämistä.

5.2.6 Hiililaskenta

Hankkeen hiililaskennan tulokset vastasivat tavoitetta. Hiilikädenjäljen osuus oli huomattavasti jalanjälkeä suurempi, mikä erittäin kannustava tulos. Mikä voisi olla parempi tapa aloittaa vähäpäästöisen rakennuksen suunnittelua rakentamista?

Puurakentaminen nostaa merkittävästi positiivisten vaikutusten osuutta puun toimiessa hiilivarastona koko elinkaaren ajan. Vertailu puu- ja betoniratkaisujen välillä puhuu puun puolesta, sillä sen hiilijalanjälki on pienempi, mutta myös kädenjälki suurempi. Etenkin rakennusvaiheen päästöjä voidaan minimoida suurikin määrää.

Uuden tiedon omaksumiseen vaaditaan aikaa eikä kaikkea voi yhdessä hankkeessa saada toteutukseen.

Lisäksi oppia on, että energia-asiantuntijan ja päästölaskennan asiantuntijan on oltava rohkea ja vaadittava hankkeelta paljon päästöjen pienentämiseksi. Samaan aikaan tilaajan on ymmärrettävä kustannusjakauma, jos energian kauluksen leikkaaminen pienentää kustannuksia koko elinkaaresta samalla pienentäen päästöjen syntymistä. Hiilikädenjälki kasvattaminen voi syntyä pelkillä valinnoilla, mutta joitain asioita on hankittava kustannusten lisääntyessä. Ilmaiseksi ei saa kaikkea.

Omassa projektissamme opittua ja jaettavaa tietoa on kaikki edellä kerrottu ja kuvattu. Suunnittelutyöryhmät ovat toimineet vuosia tai jopa vuosikymmeniä. Uuden tiedon omaksumiseen vaaditaan aikaa eikä kaikkea voi yhdessä hankkeessa saada toteutukseen. Tiedottamista päästöjen osalta on syytä lisätä yleisesti ja kehittämishankkeiden kautta. Asiaa ei voi lopuksi vain laskea, hyvä, päästötön kokonaisuus on suunniteltava taitavasti.

5.2.7 Rakennusfysikaalinen suunnittelu

Puisen pysäköintitalon modulaarisen rakennejärjestelmän suunnittelun tavoitteena oli selvittää puurakenteiden siirrettävä rakennustapa, mitoitus, jäykistys ja keskeiset detaljit kahdelle esimerkkitalolle.

Suunnitelmat osoittavat, että puurakenteinen pysäköintitalon on mahdollista toteuttaa rakennusfysikaalisesti toimivasti ja turvallisesti. Kolmannen osapuolen lausunnon mukaisesti, jaamme yhteisen näkemyksen huolellisesta detajli suunnittelusta, toteuttamisesta ja ylläpidon keskeisyydestä.

Elastomeerin ja Accoyan osalta on saatavilla projektissa esitetyt toimittajien ja materiaalien tarkemmat dokumentit ja käyttökokemuksia pitkältäkin ajalta. Yhteistyö valittujen ratkaisutoimittajien kanssa onkin kattavan hyväksyttävyyden osoittamiseksi tärkeää jo heti hankkeen suunnitteluvaiheessa.

5.3 Huomiot tuleville hankkeille

Rakenteet

Liitostyyppien ja rakenneosien optimaalisuuden hakeminen valmisosatoimittajan kanssa
Harkinta vedeneristepinnoitteen asentamisesta jo tehtaalla

Paloturvallisuus

Puujulkisivun poikkeavat kohdekohtaiset ratkaisut mahdolliset viherkasvit ja aurinkopaneelit mukaan lukien edellyttävät erillistä tarkastelua ja suunnittelua.

Kerrosluku

Määriteltäessä asemakaavaan pysäköintilaitoksen kerroslukua tulee huomioida mahdolliset nousevat, kallistetut pysäköintitasot. Tällöin lattiat ovat spiraalimaisesti nousevia. Kaavamerkinnässä suositellaan korkeusaseman merkintää ja myös esim. 4 ½ merkintää. Kellarikerrosten määrä riippuu kaupunkirakenteesta ja paikallisista olosuhteista.

Molemmissa kohteissa jouduttaneen hakemaan poikkeamista kaavaan merkitystä kerrosluvusta. Asemakaavasta poikkeaminen ratkaistaan tästä työstä erillisessä prosessissa.

Kaavoitus

Asemakaavoituksessa ja ympäristösuunnittelussa tulee pysäköintilaitosten kaavoituksessa kiinnittää nykyistä käytäntöä enemmän huomiota laitosten sijoittumiseen alueellisesti, tonttien mitoittamiseen sekä kaavamääräyksiin.

LPA-tontit

- autopaikkien joustavuus
- tonttikoko ja sen väljyys
- liittymät katuverkkoon, mitoitus
- liike-, palvelu, teknisten- ja yhteistilojen sijoittuminen pysäköintilaitokseen
- kerrosluku ja rakennusten korkeusmerkintä
- PO- paloluokitus kussakin tapauksessa
- erityismääräykset: viherkatot ja -julkisivut, aurinkokennot, ekologisuus puumateriaali, sähköautot, valaistus, energia, kierrätettävyys.
-

Viherkaukalot

Viherkaukaloiden tekninen ratkaisumalli, hulevesi ratkaisun kanssa suunnitellaan tarkemmin vasta kun näiden toteutus päätetään tehdä sekä laajuus on tarkemmin määriteltä.

Hiililaskenta

Projektin aikana selvisi päästömaailman ja kiertotalouden suunnittelun olevan hyvin alussa. Päästölaskenta on määräysten ja ohjeiden puolesta vielä alkutaipaleella, mutta antaa hyvän suunnan mitä päästöjen selvittäminen tarkoittaa. Asiaa monimutkaistaa se, että hiilijalanjälki esitetään positiivisena lukuna ja hiilikädenjälki negatiivisena lukuna. Positiivisella vaikutuksella on negatiivinen etumerkki.

Päästölaskenta on elinkaaren mittainen tehtävä suunnittelusta purkuun. Mittarina se on oikein ymmärrettynä yksi tärkeimmistä asioista rakentamisessa, myös muissa toimissa (teollisuus liikenne ja muu). Hankintaan päästöt aiheuttavat uuden näkökulman jatkossa, kun hinta, kustannukset eivät ole ainut kriteeri valinnassa. Yhteiskunnalle rakennuksen halvin elementti voi todella kallis. Päästöjen poistaminen saattaa olla kymmeniä kertoja tuotetta arvokkaampaa. Suhtautuminen jatkossa rakennuksen ekologisiin valintoihin nousee. Se vaatii kuitenkin koulutusta ja kouluttautumista, sillä kaikkien alojen asiantuntijoiden on opittava uudet normit, määräykset ja valintakriteerit.

Elastomeeri

Elastomeerin kestävyys kannalta ratkaisevaa on:

- käyttää alustaan sopivaa tartuntaa
- riittävä kerrosvahvuus, vähintään 3 mm
- vaurioiden tapahtuessa on Elastomeerin paikallinen korjaus tehtävä heti ja käytettävä asianmukaista tartuntaa sekä tehtävä riittävä limitys
- karhentaa Elastomeeri liukkauden estämiseksi

Parkkihalleja, joissa Elastomeeri on päälipintana on esimerkiksi seuraavissa kohteissa:

- Tavastian alakerta, vuonna -98
- Iso Robertin katu 4, vuonna -96
- Itämerentalo, vuonna -02
- Ympyrätalo, -00,
- Olavinkatu vuonna -04 ja
- lukuisia muita

Kulutuskestävyydestä on hyvää kokemusta myös UAR:n liukkaan kelin harjoitteluradoista, 2 suoraa, kaarre ja ympyrä, joissa Elastomeeri on päälipinta (maali päällä liukkauden aikaansaamiseksi)

5.4 Questions & Answers

- **Q: Vaikuttavatko sähkövedot pysäköintilaitoksen vapaaseen korkeuteen ja aiheutuuko kantavien rakenteiden läpivientejä**
A: Sähkövedot toteutetaan siten, että ne eivät vaikuta vapaaseen korkeuteen. Läpivientejä on mahdollista tehdä, kuitenkin ratkaisut valitaan asennettavuus ja ylläpito huomioiden.
- **Q: Valuvatko pintavedet reunojen yli?**
A: Tasojen reunanostot pintavesien ohjaamiseen tasojen poikki meneviin veden poistokouruihin tasolla 4 koko pysäköintikaistan yli menevää suoramallista ritiläaivoa kokoajaa, Elastomeeri nostetaan 100–300 mm reunustaviin rakenteisiin (pilarit, clt-törmäyseste), sisäkaarteissa 50-100 mm vinoviistetty koroke.
- **Q: Voidaanko aurinkopaneelit asentaa viherkaton päälle? Voidaanko paneeleja ohjata/suunnata?**
A: Asiantuntijoiden suositus on toteuttaa viherkatto segmentoituna. Päällekkäin toteutettaessa, on riskinä paneelin alle jäävän kasvuston kuoleminen ja samalla paneelien kiinnitys vaikeutuu olennaisesti. Myös paneelien ohjaaminen on mahdollista ja harkittava tapauskohtaisesti toteutusvaiheessa.
- **Q: Mitä sprinkleri suuttimia käytetään?**
A: Sammutuslaitteiston suutin ja järjestelmä määrittely tässä vaiheessa on mahdotonta. Sammutusjärjestelmä tulee asentaa koko rakennukseen. Sammutusjärjestelmän valintaan vaikuttaa kohteen sijoitus ja vesilähde. Tästä johtuen tässä vaiheessa, kun ympäristön tuomat mahdolliset vaateet ei ole selvillä ei järjestelmän valintaa ole syytä tehdä.

5.5 Poimintoja riskeistä

Paloriskejä

- Huollon ja tarkastusten laiminlyönti: automaattinen sammutusjärjestelmä, palosuojatut sisäkattopinnat
- Hoitamattomat viherkasvit seinillä ja katolla
- Autokannan muuttuminen: kaasui- ja vetyautot

Rakenteellisia riskejä

- kosteusvuodot vedeneristekerroksissa
- puuosien sisään jäävien liittimien asennuksen oikeellisuus
- Huollon ja tarkastuksen laiminlyönti
- siirrettäessä osien ja liitosten rikkoutuminen

Kustannusriski

- Uutuusriskinä on huomioitava, että kyseessä on ensimmäinen Suomeen rakennettava puupysäköintilaitos, joten sen toteutus tulee osoittamaan todelliset rakentamisen kustannukset. Ratkaisu on kauttaaltaan systemaattinen ja tehokas niin tuotantoa, logistiikkaa kuin asentamistakin koskien. Siten riskien todennäköisyys jää alhaiseksi.

Ilkivalta

- sprinkleri järjestelmä

6. Loppusanat ja dokumentaatio

Toimitusjohtaja Tuomo Hynninen toteaa: *”Suomen ensimmäisen puurakenteisen paikoitustalon konseptisuunnitelma on tärkeä avaus. Yhdessä tekemämme kehitystyö mahdollistaa alkavien hankkeiden sujuvan toteuttamisen Suomen rakentamismääräysten mukaisesti hankesuunnittelusta toteutukseen sekä myös ylläpito huomioiden.”*

Projektia hallinnoi Helsingin kaupungin kanslia. Hankkeen vetäjä projekti-insinööri Mervi Abell kiittää kaikkia osapuolia uuden suomalaisen puurakenteisen pysäköintilaitoksen kehittämisestä ja erityisesti ympäristöministeriötä merkittävästä rahoitustuesta.

Hankkeen koko aineisto löytyy:

<https://www.uuttahelsinki.fi/fi/kestava-kaupunkikehitys/puurakentaminen>

Loppuraportin liitedokumentit

- Kolmannen osapuolen lausuntojen yhteenvedot

Koko lausunto löytyy erillisenä tiedostona hankkeen esittelystä

<https://www.uuttahelsinkia.fi/fi/kestava-kaupunkikehitys/puurakentaminen>

ULKOPUOLISEN TARKASTAJAN LAUSUNTO

RAKENTEELLINEN PALOTURVALLISUUS

3. Lausunto

Tarkastelu on pääosin tehty ammattitaitoisesti. Tarkastelun suppeuden vuoksi ei kuitenkaan voida todeta, että esitetty suunnitteluratkaisu täyttäisi paloturvallisuudelle asetetut vaatimukset.

Esitettyä konseptisuunnitelmaa ja siihen liittyvää aineistoa ei ole tarkoitettu rakennuslupa-aineistoksi eikä sillä voi hakea rakennuslupaa. Aineisto ei myöskään ole riittävän laaja ja yksityiskohtainen, jotta voitaisiin arvioida riittävästi selvityksi, että konseptisuunnitelman perusteella voitaisiin katsoa esitetyn puurakenteisen pysäköintilaitoksen paloturvallisuusratkaisun täyttävän olennaiset tekniset vaatimukset paloturvallisuuden osalta MRL:n ja asetuksen 848/2017 edellyttämällä tavalla.

Konseptisuunnitelman pohjana käytettyjen dokumenttien (erityisesti VTT-R-07556-10) lähestymistapana ollut vertaileva riskianalyysi on näkemyksemme mukaan hyvä lähtökohta myös puurakenteiselle pysäköintilaitokselle. Vertailevan riskianalyysin tulisi kuitenkin kohdistua tarkastelun kohteena olevaan P0-luokkaiseen paikoituslaitokseen, sekä sen vastinparina asetus 848/2017:n taulukoiden mukaisesti suunniteltuun P1-luokkaisen vertailurakennukseen. Tarkastelussa tulisi riittävästi huomioida pysäköintilaitoksen ominaispiirteet, kuten esimerkiksi palokuorman laatu ja määrä, suuri palo-osastokoko, tilan avoimuus, palon mahdollinen leviäminen julkisivun kautta ja sammutustoiminnan edellytykset.

Asetuksen 848/2017 3§ 3 momentin mukainen oletettuun palonkehityksen perustuva suunnitelma on aina rakennuslupakohtainen, eikä yleistä kaikkialla rakennuslupa-aineistoksi hyväksyttävää tyyppisuunnitelmaa ole edes mahdollista hyväksyä. Yleinen hyväksyntä edellyttäisi muutosta asetukseen 848/2017, jolloin asetuksen taulukoissa ja lukuarvoissa huomioitaisiin puurakenteiset pysäköintilaitokset. Vastaava tarkastelu tehtiin esimerkiksi vuoden 2011 määräyspäivityksessä, jolloin mahdollistettiin 5-8 kerroksisten puurakenteisten asuin- ja työpaikkarakennusten toteuttaminen.

Lausunnon laati:



Juha-Pekka Laaksonen

Paloturvallisuusasiantuntija, FISE PV

juha-pekka.laaksonen@jensenhughes.com

+358 400 729 329



Aleksi Ojala

Paloturvallisuusasiantuntija, FISE PV

aleksi.ojala@jensenhughes.com

+358 50 347 2564

L2 Paloturvallisuus Oy

Runeberginkatu 5 B

00100 Helsinki

Koko lausunto löytyy erillisenä tiedostona hankkeen esittelystä

<https://www.uuttahelsinki.fi/fi/kestava-kaupunkikehitys/puurakentaminen>

RAKENNESUUNNITTELUN ULKOPUOLISEN TARKASTAJAN LAUSUNTO RAKENNUSFYSIIKKA



9. YHTEENVETO

Tarkasteltujen asiakirjojen ja muun selvitystyön perusteella puurakenteinen modulaarinen lämmittämätön pysäköintirakennus on mahdollista toteuttaa rakennusfysikaalisesti toimivasti ja turvallisesti. Tarkastuksessa ei tullut ilmi sellaisia kosteuteen tai muihin rakennusfysikaalisiin tekijöihin liittyviä riskitekijöitä, joita ei huolellisella suunnittelulla, toteutuksella ja ylläpidolla voida hallita. Välipohjarakenteiden yläpinnan jatkuva vedeneristys ylösnostoineen mahdollistaa puumateriaalin käytön rakennuksen välipohjarakenteena. PU-elastomeeripinnoitteen pitkäaikaiskestävyyttä on kuitenkin suositeltavaa tutkia mm. nastarenkaiden rasituksien kannalta ennen täysimittaisen pysäköintitalon toteutusta ko. pinnoitteella. PU-elastomeeripinnoitetta käytettäessä lumenpoiston tarpeen välttäminen voi edellyttää julkisivun aukkojen pienentämistä, siten että lumen kulkeutuminen suuressa määrin pysäköintitasoille estyy. Rajoitetulla alueella voi olla joka tapauksessa tarvetta käyttää välipohjarakenteena CLT-betoni -liittolaattaa tai teräsbetoni-laattaa esimerkiksi ajorampeissa, mikäli ajoväylän sulatustarve on välttämätön. Lisäksi kosteudenhallinnan huolellinen suunnittelu ja toteutus sekä puupintojen pinta- ja huoltokäsittelyt ovat korostetussa roolissa paikoitustalon rakennusfysikaalisen toimivuuden kannalta puun kosteusherkkyiden vuoksi.

Kolmannen osapuolen suorittama suunnitelmien ulkopuolinen tarkastus ei vähennä tai poista rakenteiden suunnittelijan vastuuta.

Ramboll Finland Oy

Klaus Viljanen
suunnitelmien tarkastaja,
Rakennusfysiikka

Leif Wirtanen
suunnitelmien tarkastaja,
Rakennusfysiikka