

Juho Pihlajasaari

# PYSÄKÖINTILAITOKSEN SUUNNITTELU RAKENNUKSEN ALLE

Rakennetun ympäristön tiedekunta  
Kandidaatintyö  
Tammikuu 2020

# TIIVISTELMÄ

Juho Pihlajasaari: Pysäköintilaitoksen suunnittelu rakennuksen alle  
Kandidaatintyö  
Tampereen yliopisto  
Rakennustekniikan TkK-tutkinto-ohjelma  
Tammikuu 2020

---

Tässä kandidaatintyössä selvitetään määräyksien ja ohjeiden avulla pysäköintilaitoksen suunnittelua rakennuksen alle. Työn tavoitteena on selvittää minkälaisia eri asioita suunnitteluprosessin aikana pitää ottaa huomioon. Työ suoritettiin kirjallisuuskatsauksena.

Työssä käydään läpi kuinka paljon pysäköintipaikkoja tarvitaan ja mitkä asiat vaikuttavat rakennukseen tarvittavien pysäköintipaikkojen määrään. Pysäköintipaikkojen tarvitun määrän perusteella selvitetään millaisissa rakennuskohteissa pysäköintipaikat kannattaa sijoittaa rakennuksen alla sijaitsevaan pysäköintilaitokseen. Lisäksi käydään läpi kuinka paljon pysäköintipaikat vievät tilaa ja miten ne kannattaa sijoittaa pysäköintilaitokseen. Pysäköintilaitoksen mittojen avulla selvitetään, minkälaisia rakenteita pysäköintilaitoksen kantavassa rungossa voidaan käyttää. Työssä käydään myös läpi koko pysäköintilaitoksen sijoittaminen suhteessa muuhun rakennukseen.

Lopulta selvitettiin pysäköintilaitoksiin liittyviä määräyksiä eurokoodeista ja Suomen rakentamismääräyskokoelmasta. Määräykset kuormien suuruuksista tulevat eurokoodeista. Kuormien yhteydessä selvitetään myös kaikkien kuormien viemistä perustuksille asti pysäköintilaitoksen läpi. Suomen rakentamismääräyskokoelmasta taas käydään läpi pysäköintilaitosten paloturvallisuuden suunnittelua.

Avainsanat: Pysäköintilaitos, Rakennesuunnittelu

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

# ABSTRACT

Juho Pihlajasaari: Structural engineering of parking facilities under buildings  
Bachelor's thesis  
Tampere University  
Bachelor's Degree Programme in Civil Engineering  
January 2020

---

Keywords: Parking facility, Structural engineering

The originality of this thesis has been checked using the Turnitin OriginalityCheck service.

## ALKUSANAT

Kandidaatintyöprosessi oli minulle erittäin opettavainen, vaikka kirjoittaminen ei aina helppoa ollutkaan. Työn tekeminen haastoi itseäni ja opetti minulle paljon rakennusalasta ja etenkin suunnittelusta. Työ myös lisäsi kiinnostustani rakennustekniikkaa kohtaan.

Työn ohjauksesta haluan kiittää Jukka Merviötä hyvistä neuvoista ja kannustavasta asenteesta. Lisäksi haluan kiittää kaikkia muita työn tekemisessä mukana olleita.

Tampereella, 19.1.2020

Juho Pihlajasaari

# SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO .....	1
2. PYSÄKÖINTITILOJEN SUUNNITTELU .....	2
2.1 Pysäköintitilan mitoitus .....	2
2.1.1 Pysäköintipaikkojen määrä .....	2
2.1.2 Pysäköintipaikkojen koko .....	4
2.2 Pysäköintitilan sijoitus suhteessa rakennukseen .....	6
2.3 Lämmöneristäminen .....	8
2.4 Ajojärjestelyt .....	10
3. RAKENTEET .....	11
3.1 Paikallavalurakenteet .....	11
3.2 Elementtirakenteet .....	12
3.3 Teräsrakenteet .....	14
4. RAKENTEEN KUORMAT .....	16
4.1 Ajoneuvokuormat .....	16
4.2 Muut kuormat .....	17
5. PALOTURVALLISUUS .....	19
5.1 Rakenteiden palonkestävyys .....	19
5.2 Palotekninen osastointi .....	20
5.3 Savunpoisto .....	20
5.4 Poistumisreitit .....	21
6. YHTEENVETO .....	22
LÄHTEET .....	23

# 1. JOHDANTO

Monien kaupunkien keskustoista alkaa loppua tila. Tämä on jo nyt johtanut ja tulee tulevaisuudessa johtamaan entistä tiiviimpään rakentamiseen kaupunkialueilla. Tämä johtaa kuitenkin yhteen isoon kysymykseen: minne kaupungeissa sijoitetaan autojen tarvitsemat pysäköintitilat? Pysäköintialueet vievät paljon tilaa, joten niitä ei ole tiiviisiin kaupunkiin mahdollista rakentaa jokaiselle kerrostalolle. Vanhoja parkkialueita on monin paikoin otettu pois käytöstä ja tilalle rakennettu uusia rakennuksia. Asukkaat tarvitsevat kuitenkin yhä pysäköintitilan autoilleen. Yhtenä ratkaisuna tähän on sijoittaa pysäköintipaikat kaupungeissa rakennuksien alle pysäköintilaitoksiin.

Pysäköintitilojen sijoittamisessa rakennuksen alle on kuitenkin paljon asioita, jotka rakennuksen suunnittelussa pitää huomioida. Tavoitteena tässä kandidaatintyössä on selvittää kirjallisuuden avulla, miksi ja milloin on tarve sijoittaa pysäköinti rakennuksen alle ja mitä erityisiä asioita tällöin suunnittelussa tulee ottaa huomioon. Työllä pyritään siis vastaamaan kysymykseen: mitä rakennesuunnittelussa pitää huomioida, kun suunniteltavan talon alle sijoitetaan pysäköintitiloja? Monet asiat vaihtelevat paljon eri kohteiden välillä, jolloin tässä työssä asiaa on käsitelty yleisellä tasolla kuitenkin käyttäen apuna mahdollisia esimerkkitalanteita.

Tämän kandidaatintyön toisessa luvussa käydään läpi pysäköintipaikoituksen määrällistä tarvetta käyttäen esimerkkinä Tampereen kaupungin pysäköintipoliittisia linjauksia. Lisäksi toisessa luvussa selvitetään RT-kortiston mukaista pysäköintipaikkojen tilantarvetta ja mihin pysäköintitilat kannattaa sijoittaa suhteessa muuhun rakennukseen. Kolmannessa luvussa käydään läpi minkälaisia rakennejärjestelmiä pysäköintilaitoksissa yleensä käytetään. Työssä ei kuitenkaan ole koettu tarpeelliseksi käydä läpi rakenteiden tarkkoja yksityiskohtia vaan on tyydytty käsittelemään pelkästään yleisimmät runkojärjestelmät. Viides luku käsittelee pysäköintilaitosten paloturvallisuutta Suomen rakennusmääräyskokoelman (RakMK) mukaan ja mitä erityistä huomioitavaa rakennusten alla sijaitsevien pysäköintilaitosten palosuunnittelussa on.

## **2. PYSÄKÖINTITILOJEN SUUNNITTELU**

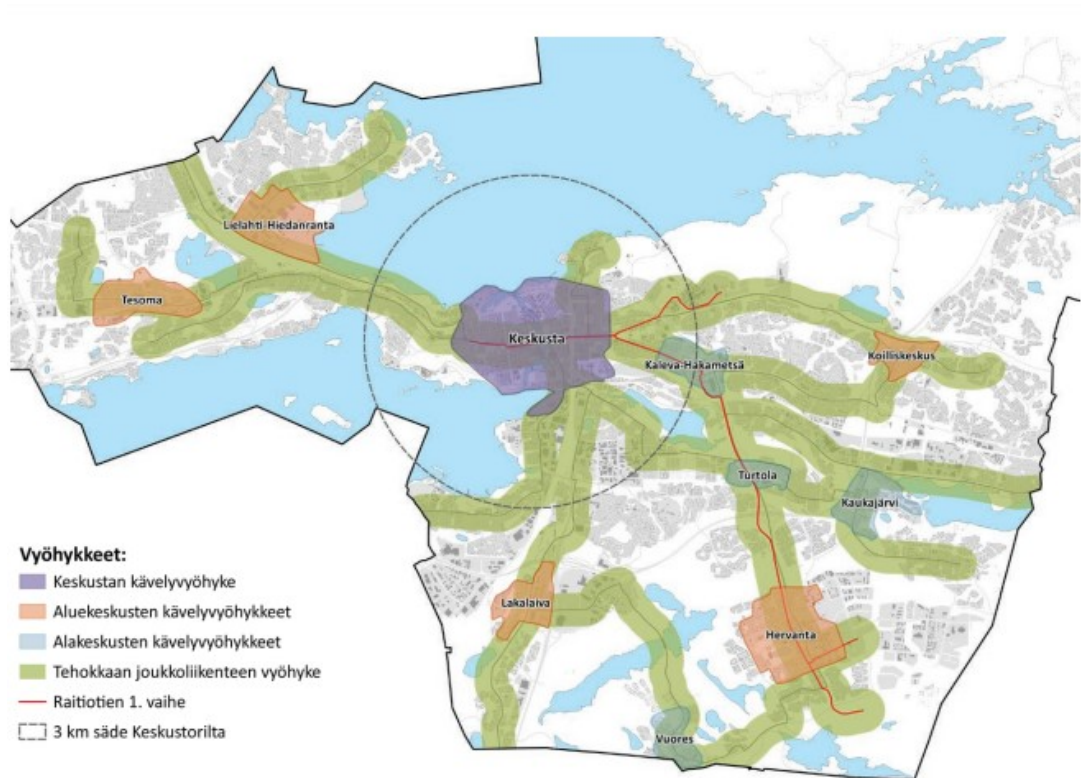
Rakennesuunnittelun osuus alkaa arkkitehtisuunnitelmista. Alussa selvittää kuinka hyvin arkkitehtisuunnitelmat ovat toteutettavissa. Projektin alkuvaiheessa suunnitelmiin ja näin koko projektiin on helpointa vaikuttaa, mikä tekee tästä osuudesta tärkeän. Pysäköintilaitoksia käsittelevässä RT-kortissa pysäköintilaitos on määritelty alueeksi, rakennukseksi tai rakennuksen osaksi, joka on rakennettu ja varustettu pysäköintiä varten (RT 98-11237 2016, s. 1).

Kaupungeissa rakennuksille on määrätty tietty korkeusasema, joka vaikuttaa myös alapuolisiin kerroksiin. Jos rakennuksen katon halutaan olevan tietyllä korkeudella ja rakennukseen halutaan tietty määrä kerroksia, vaikuttaa korkeusasema myös rakennuksen alapuolella sijaitsevan pysäköintilaitoksen korkeusasemaan. Pysäköintilaitoksen korkeusasema taas vaikuttaa sen suunnitteluun huomattavasti esimerkiksi ajoreittien ja alapuolisen maan ominaisuuksien takia.

### **2.1 Pysäköintitilan mitoitus**

#### **2.1.1 Pysäköintipaikkojen määrä**

Pysäköintipaikoituksen tarve on ilmoitettu kunnan asemakaavassa. Jokaisella kunnalla on omat määräykset autopaikkojen määrille. Tämän vaatimuksen perusteella voidaan valita rakennukselle sopiva pysäköintiratkaisu. Esimerkiksi Tampereella paikkavaatimusten taustalla ovat Tampereen kaupungin pysäköintipoliittiset päätökset. Pysäköintipaikkojen mitoitusmäärään vaikuttavat rakennuksen sijainti, käyttötarkoitus ja kerrosneliömäärä. Rakennuksen sijainnin vaikutus huomioidaan vyöhykejaolla. Tampereen pysäköintinormin vyöhykejako on esitelty kuvassa 1. Keskustan ja alue- ja alakeskusten kävelyvyöhykkeet on jaettu omiin vyöhykkeisiin ja sen lisäksi on tehokkaan joukkoliikenteen alue. Tehokkaan joukkoliikenteen alueeksi lasketaan alueet, joilla joukkoliikenteen vuoroväli on enintään 15 minuuttia ja bussipysäkille on matkaa enintään 300 m tai raitiotiepysäkille enintään 400 m (Tampereen kaupunki 2019, s. 24).



**Kuva 1.** Tampereen pysäköintinormin vyöhykejako (Tampereen kaupunki 2019, s. 25).

Esimerkiksi Tampereen keskusta-alueella sijaitsevan asuinkerrostalon autopaikkojen mitoitusmäärä on 150 autopaikkaa kerrosneliometriä kohti (ap/k-m<sup>2</sup>). Asuinkerrostalojen, toimistorakennusten ja liiketilojen autopaikkojen mitoitusmäärät esitellyssä taulukossa 1. Suluisissa olevat arvot ovat voimassa, jos etäisyys tontin keskeltä raitiotiepysäkillä tai juna-asemalle on linnuntietä alle 400 m. Autopaikkojen mitoitusnormi sisältää vieraspaikat paitsi keskustan ja aluekeskusten kävelyvyöhykkeillä, joilla ei edellytetä erillisiä vieraspaikkoja. (Tampereen kaupunki 2019, s. 26)



**Taulukko 1.** Asemakaavan autopaikkojen mitoitusmäärät ap/k-m<sup>2</sup> (Tampereen kaupunki 2019, s. 27).

Käyttötarkoitus	Keskustan kävelyvyöhyke	Alue/alakeskusten kävelyvyöhyke ja tehokkaan joukkoliikenteen alue max. 3 km keskustasta	Tehokkaan joukkoliikenteen alue yli 3 km keskustasta	Muut alueet
Asuinkerrostalo	1/150 (1/170)	1/110 (1/130)	1/100 (1/120)	1/90
Opiskelija-asuminen	1/300 (1/350)	1/270 (1/320)	1/250 (1/300)	1/230
Toimistorakennukset	1/120	1/100	1/80	1/60
Liiketilat alle 2000 k-m <sup>2</sup>	1/120	1/100	1/80	1/60
Liiketilat yli 2000 k-m <sup>2</sup>	1/100	1/80	1/60	1/50

Taulukon 1 autopaikkojen mitoitusmäärää voidaan vähentää 20 %, jos voidaan osoittaa, että hankkeessa on muilla keinoilla tehostettu autopaikkojen käyttöä. Tällaisia keinoja ovat esimerkiksi paikkojen vuorottaiskäyttö tai nimeämättömyys, keskitetty rakenteellinen pysäköinti ja yhteiskäyttöautot. Mitoitusarvoa voidaan myös kasvattaa harkinnanvaraisesti enintään 20 %. (Tampereen kaupunki 2019, s. 26)

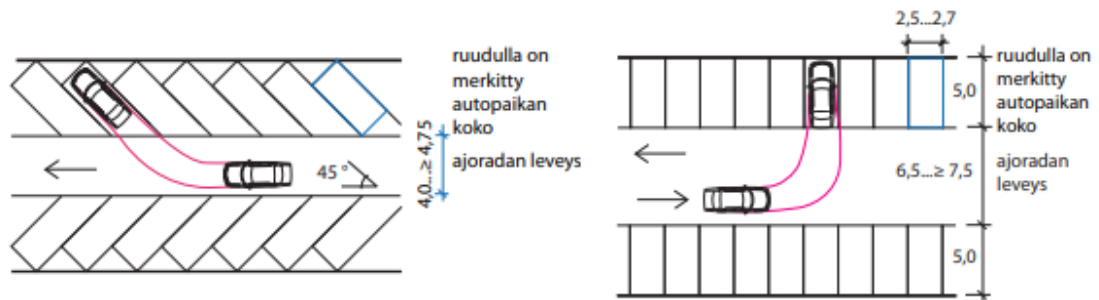
Keskusta-alueilla, muilla tiiviisti rakennetuilla alueilla ja pienillä tonteilla huomataan usein, ettei tontilta löydy tilaa mitoitusmäärän mukaiseen pysäköintipaikkojen määrään. Usein näissä tilanteissa ainoaksi vaihtoehdoksi jää sijoittaa pysäköintipaikat piiloon rakennuksen alla sijaitsevaan pysäköintilaitokseen. Rakennusten alaisia pysäköintilaitoksia voidaan suunnitella esimerkiksi tiiville kerrostaloalueille, keskusta-alueille, liikekeskuksiin, terminaaleihin ja vapaa-ajanalueille.

## 2.1.2 Pysäköintipaikkojen koko

Pysäköintialueet voidaan karkeasti jakaa käyttötarkoituksen mukaan lyhytaikaiseen ja pitkäaikaiseen pysäköintiin. Pitkäaikaista pysäköintiä on esimerkiksi asukas- ja työpaikkapysäköinti, kun taas lyhytaikaista pysäköintiä on liikerakennusten asiakaspysäköinti. Lyhytaikaisessa pysäköinnissä suositellaan käytettävän leveämpiä autopaikkoja, autojen suuren vaihtuvuuden takia. Perusmitat autopaikalle ovat 2,5 m leveys ja 5 m pituus. Yleensä asuin- ja toimistotaloissa taas käytetään perusmittoja ruudun mitoituksessa. (RT 98-11235 2016, s. 2)

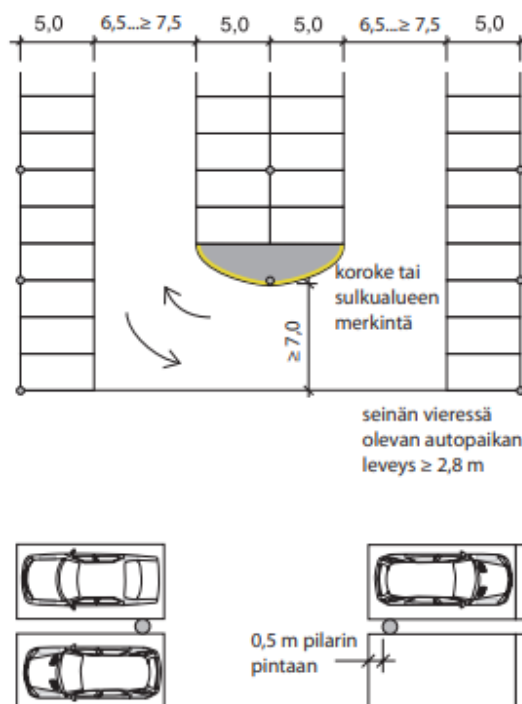
Yleisin pysäköintipaikkojen rakenne on kaksi riviä pysäköintipaikkoja 90 ° kulmassa ajorataan nähden, joiden välissä menee kaksikaistainen ajorata. Jotta ruutuihin pystyy ajamaan sulavasti, tulisi ajoradan leveyden olla vähintään 6,5–7,5 m. Jos pysäköintipaikat

laitetaan vinoon, voidaan ajoradan leveyttä vähentää jopa 4 m:iin. (RT 98-11235 2016, s. 5) Näin kapea ajorata joudutaan kuitenkin toteuttamaan yksikaistaisena. Pysäköinti-ruutujen mitoitus on havainnollistettu kuvassa 2.



**Kuva 2.** Pysäköintiruutujen sijoitus 45 ° ja 90 ° kulmassa (RT 98-11235 2016, s. 4-5).

Koska pysäköintitilojen liikennöidyt alueet halutaan pitää avoimina, pitäisi perusratkaisussa rakenteen jännevälillä olla noin 17 m. Pilarit tulisi sijoittaa autopaikkojen päihin, ja niiden välissä olisi paikat ja ajorata. Sijoittelua on havainnollistettu kuvassa 3. Tämä luo pohjan pysäköintilaitosten sisätilojen rakenteiden suunnitteluun.



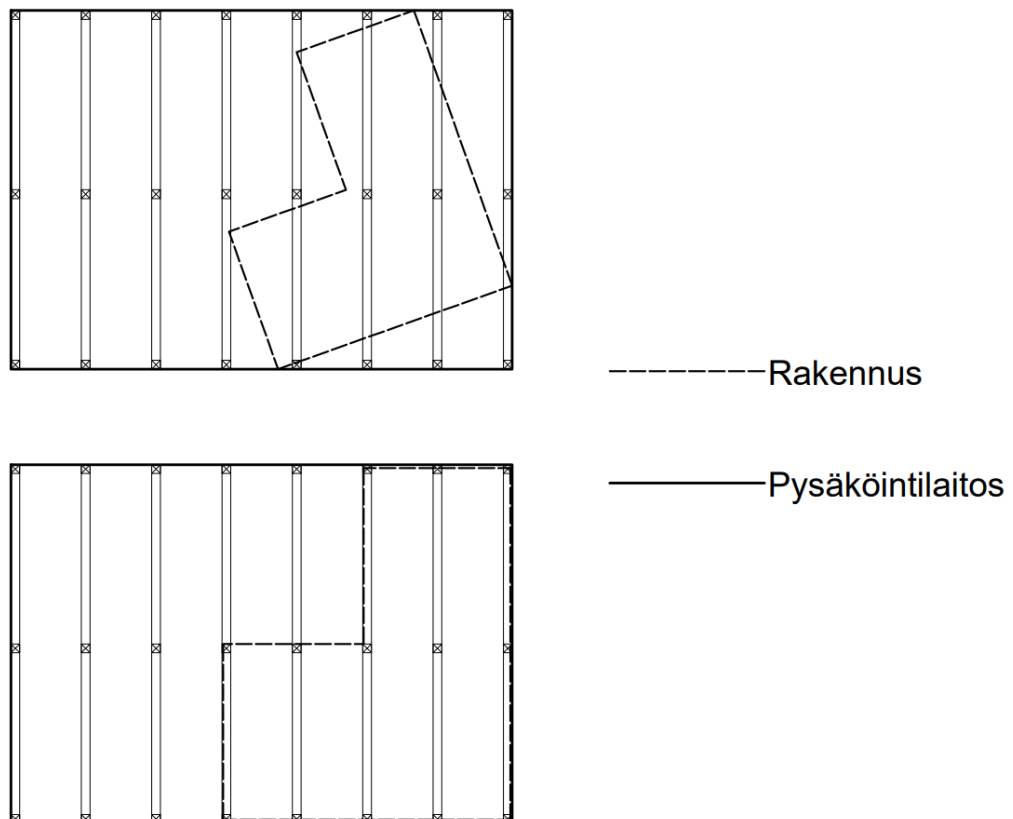
**Kuva 3.** Esimerkki pilarien sijoituksesta (RT 98-11237 2016, s. 5).

Kuvasta 3 nähdään myös, että pilarien kohdalla oleviin pysäköintiruutuihin pitäisi jättää ylimääräistä tilaa. Ruudut, joissa on pilari vieressä tuntuvat ahtaammilta verrattuna ruutuihin, jonka molemmilla puolilla on vain toiset pysäköintiruudut.

Pysäköintilaitoksen korkeus tulee ajoväylillä olla vähintään 2,2 m, mutta mielellään 2,4 m. Suomen rakentamismääräyskokoelman (RakMk) E1 mukaan jalankulkuväylillä riittää pienempikin vähintään 2,1 m vapaa korkeus. (RT 98-11237 2016, s. 7)

## 2.2 Pysäköintitilan sijoitus suhteessa rakennukseen

Yksi hyvin paljon rakentamista helpottava asia on rakennuksen kantavien rakenteiden sijoittaminen järkevästi. Pysäköintilaitoksen ja sen yläpuolella sijaitsevan rakennuksen kantavat rakenteet kannattaa sijoittaa samoille linjoille, jotta kuormat saataisiin vietyä helposti ylhäältä perustuksille asti. Eriävät kantavat linjat aiheuttavat turhia kuormia pysäköintilaitoksen yläpohjaan ja tekevät rakennesuunnittelusta haastavaa. Tilannetta on havainnollistettu yksinkertaistettuna kuvassa 4. Kuvassa 4 on hahmoteltu sekä rakennuksen että pysäköintilaitoksen reunaviivat ja pysäköintilaitoksen kantava pilaripalkkirunko. Ylempänä huono tilanne, jossa kantavat rakenteet eivät ole samalla linjalla ja alempana hyvä tilanne, johon suunnittelussa pyritään.



**Kuva 4.** Rakennuksen kantavien linjojen sijoittelu.

Eri linjoilla olevat rakenteet ovat erityisen haitallisia pysäköintitiloissa, koska sinne ei haluta sijoittaa ylimääräisiä rakenteita. Jotta pysäköintitilan käyttö olisi mahdollisimman helppoa tulisi tila pitää mahdollisimman avoimena. Ylimääräiset pilarit luovat haastetta pysäköintiruutujen sijoittamiseen ja vähentävät näin mahdollista autopaikkojen määrää.

Rakennuksen omien rakenteiden ja pysäköintilaitoksen rakenteiden pitää sopia yhteen kohdissa, joissa päällekkäisyyttä on. On mahdollista rakentaa kummallekin yhteinen kantava runko, mutta usein on helpompaa tehdä täysin erilliset kantavat rungot. Tällöin parkkihalliin voi tulla aivan vierekkäin 2 kantavaa pilaria yhden isomman sijasta, kuten kuvassa 5. Tämä mahdollistaa myös pysäköintitilan ja sen päällisen rakennuksen eriaikaisen rakentamisen, joka helpottaa työmaan aikatauluttamista.



**Kuva 5.** Vierekkäiset kantavat pilarit.

Usein on tarve suuremmalla määrällä pysäköintitiloja, kun pelkästään rakennuksen alle yhteen kerrokseen mahtuisi. Tällöin vaihtoehtoina on tehdä pysäköintitiloja useaan kerrokseen tai jatkaa sitä rakennuksen ulkopuolelle. Molemmissa ratkaisuissa on omat asiat, jotka pitää ottaa huomioon. Jos pysäköintilaitosta rakennetaan useaan kerrokseen maan alle, pitää ottaa huomioon alla olevat maalajit ja pohjakallion korkeus. Kallion ollessa liian korkealla joudutaan sitä louhimaan pois tieltä, mikä on kallista.

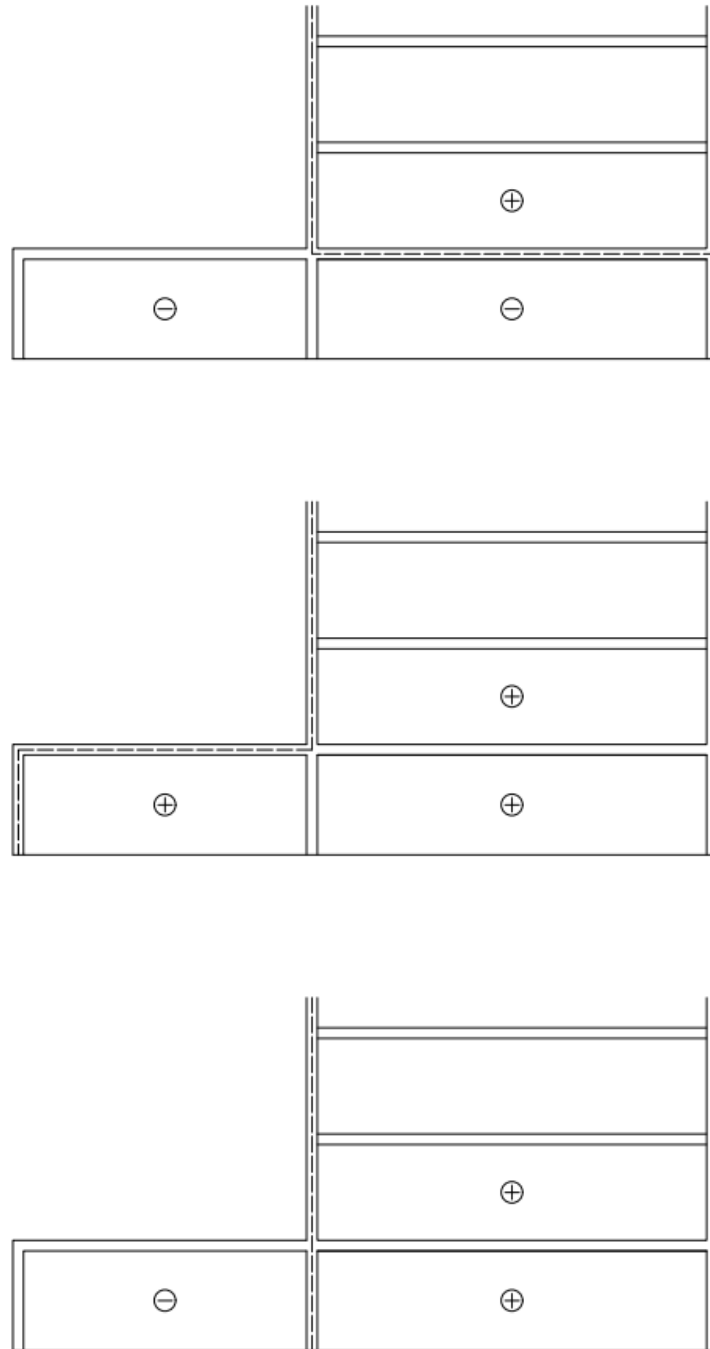
Myös pohjaveden korkeus pitää ottaa suunnittelussa huomioon. Liian korkealla oleva alueen pohjaveden pinta aiheuttaa ongelmia rakentaessa. Tarvittaessa pohjaveden pintaa tontilla voidaan joutua laskemaan pysyvästi pumppaamon avulla.

Useammin pysäköintitilat sijoitetaan yhteen kerrokseen rakennuksen alimpaan kerrokseen ja jatketaan pysäköintitilaa tarvittaessa rakennuksen ulkopuolelle. Jos näin tehdään, tulee sen päälle jonkinlainen pihakansi.

## 2.3 Lämmöneristäminen

Pysäköintilaitosta ympäröivien rakenteiden lämmöneristys on yksi oleellinen asia kokonaisuuden suunnittelussa. Tähän vaikuttaa paljon minkälaiseksi tilaksi se suunnitellaan. Erilliset pysäköintihallit suunnitellaan yleensä kylminä tiloina. Myös talojen yhteyteen rakennetut pysäköintilaitokset voidaan suunnitella kylminä, mutta ne voidaan kuitenkin haluta rakentaa myös lämpiminä tai puolilämpiminä. Tämä vaikuttaa siihen missä rakennuksessa sijaitsevat lämmöneristeet ja höyrynsulut, joilla rakenteesta saadaan nykyiset rakennusfysikaaliset vaatimukset täyttävä.

Pysäköintilaitos voidaan myös halutessaan rakentaa kaksiosaisena, jossa toinen osa voi olla lämmin ja toinen kylmä. Tästä saadaan kolme vaihtoehtoa pysäköintilaitoksen lämmöneristyksen sijainnille. Vaihtoehdot lämmöneristyksen sijainnille riippuen halutusta pysäköintitilan lämpötilasta on esitetty kuvassa 6, johon lämmöneristyksen sijainti on merkitty katkoviivalla. Kuvassa 6 alin kerros kuvaa pysäköintitilaa. Koko pysäköintilaitos voidaan rakentaa kylmänä, jolloin lämmöneriste sijaitsee pysäköintitilan ja muun rakennuksen rajapinnassa. Koko pysäköintilaitos voidaan rakentaa myös lämmitettynä, jolloin se pitää eristää ympäriinsä ulkoreunoilta. Kolmantena vaihtoehtona on, että osa pysäköintilaitoksesta on lämmitetty ja osa kylmä. Esimerkkinä talon alainen osa rakennettaisiin lämpimänä ja sen ulkopuolelle jäävä alue kylmänä. Tällöin pysäköintilaitokseen täytyy sijoittaa lämmöneristävä väliseinä.



**Kuva 6.** Lämmöneristyksen sijainti.

Kylmä ja lämmin rakenne käyttäytyvät eri tavalla lämpötilan vaihdellessa. Kylmällä puolella rakenteen lämpötilan muutokset ovat suurempia, joten niin ovat myös lämpölaajenemisesta johtuvat muodonmuutokset. Liikuntasauvoilla voidaan mahdollistaa, että kylmän ja lämpimän puolen rakenteet pääsevät liikkumaan molemmat vapaasti ilman rasitusten siirtymistä rakenneosien välillä (elementtisuunnittelu.fi 2010).

## 2.4 Ajojärjestelyt

Pysäköintilaitoksia koskevan RT-kortin mukaan pysäköintilaitoksiin tulee olla yksi sisään- ja ulosajoyhteys 300–400 autopaikkaa kohti. Sekä ajoneuvo- että jalankulkuliikenteen sujuvuuden varmistamiseksi pysäköintilaitoksen sisään- ja ulosajokohdat pitäisi sijoittaa mieluummin sivukadulle kuin vilkkaalle pääkadulle. Niiden pitäisi myös sijaita yli 50 m päässä pääkadun liittymästä, että ruuhkia ei syntyisi. Sisäänajoreitille pitäisi myös varata tilaa kahdelle tai kolmelle autolle, ettei katu ruuhkaannu odottavista autoista. (RT 98-11237 2016, s. 2,9)

Pysäköintilaitoksissa on usein tarve käyttää rampeja tason vaihtamiseen ja esimerkiksi ulkoa tullessa rakennuksen alle pääsemiseen. Rampit voivat olla suorina tai kierteellisiä. Myös koko pysäköintitaso voidaan tehdä kaltevaksi, jolloin erillisiä rampeja ei tarvita. (RT 98-11237 2016, s. 7) Ramppien RT-kortiston mukaiset maksimikaltevuudet on esitelty taulukossa 2.

**Taulukko 2.** *Ramppien maksimipituuskaltevuudet varsinaiselle osalle ilman taiteloivennusta (RT 98-11237 2016, s. 7).*

Suora kokokerrosramppi ulkona	1:10
Suora kokokerrosramppi sisällä	1:8
Puolikerrosramppi sisällä	1:7
Kierreramppi ajoradan keskellä	1:12
Kalteva pysäköintitaso	≤1:25 (1:20 perustellusta syystä)

Ramppien ylä- ja alapäässä pitää olla vähintään 3 m pituinen taiteloivennus, jossa rampin pituuskaltevuus puolitetaan (RT 98-11237 2016, s. 8). Tällä vältetään terävät kulmat ajotasossa.

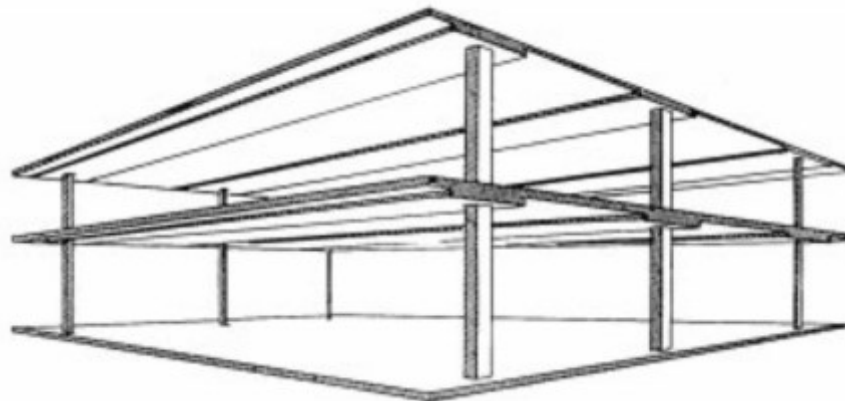
### 3. RAKENTEET

Pysäköintilaitoksia voidaan rakentaa käyttämällä paikallavalettua betonia, betonielementtejä tai teräsrakenteita. Suomessa betonirakenteet ovat muutenkin terästä enemmän käytössä, mikä näkyy myös pysäköintilaitosten materiaalivalinnoissa. Betoniset pysäköintilaitokset ovat selvästi teräksisiä yleisempiä. Teräsrunkoiset ratkaisut taas ovat Suomessa harvinaisia, mutta muualla Euroopassa ovat yleisesti käytössä oleva rakenne (Tavia 2016, s. 20).

#### 3.1 Paikallavalurakenteet

Tässä yhteydessä paikallavalurakenteella tarkoitetaan koko kantavan rungon tekemistä työmaalla valettuna teräsbetonirakenteena. Paikallavalettua betonia käytetään hyödyksi myös muissa rakennevaihtoehdoissa osana liittorakenteita. Liittorakenteilla tarkoitetaan rakennetta, jossa esivalmistettu betoni- tai teräselementti toimii yhdessä paikallavalun tai toisen elementin kanssa (elementtisuunnittelu.fi 2010).

Koska pysäköintitilasta halutaan usein avoin tila, valitaan runkoratkaisuksi yleensä pilari-laatta tai pilari-palkkiratkaisu (RIL 1992, s. 83). Yleensä nämä rakenteet tehdään jälkijännitettyinä (kuva 7).



**Kuva 7.** Jälkijännitetty paikallavalurakenne vahvistetuilla palkkikaistoilla (RIL 1992 s. 87).

Jälkijännitettyssä rakenteessa ideana on, että betonin sisään valetaan tartunnattomat jänneteräkset ankkureineen. Betonin saavutettua riittävän lujuuden jännitetään teräkset haluttuun jännitykseen. Jännevoima siirtyy teräkseen ankkureiden välityksellä. Tartunnan estämiseksi teräksien pinnalla käytetään muoviputkea ja suojarasvaa, joka samalla



vähentää kitkaa, mutta myös suojaa terästä korroosiolta. (RIL 1992, s. 82) Jälkijännityllä rakenteella saavutetaan halutut pitkät jännevälit hoikilla rakenteilla ilman, että betoniin syntyy suuria halkeamia tai taipumia kovallakaan kuormituksella. Tämä tekee siitä ihanteellisen ratkaisun pysäköintitilojen kantavalle rungolle.

Muita vaihtoehtoja ovat tasavahvat massiiviset pilarilaatat, sienivahvisteiset pilarilaatat ja kuppilaatat. Kaikkien näiden ongelmana on kuitenkin, ettei niillä yletä haluttuihin noin 17 m jänneväleihin matalilla rakennekorkeuksilla (RIL 1992, s. 83).

### **3.2 Elementtirakenteet**

Elementtirakenteet ovat tehtaalla valmistettuja valmiita betonielementtejä, jotka kootaan ja yhdistetään työmaalla toisiinsa. Tehtaalla hyvissä olosuhteissa valetuille elementeille voidaan taata korkea laatu. Elementtirakentaminen onkin usein nopeampi tapa rakentaa kuin paikallavalu. Elementtirakenteiset pysäköintilaitokset tehdään lähes aina liittorakenteita, joissa valubetonia hyödyntäen yleensä perustuksissa ja pintavaluissa (elementtisuunnittelu.fi 2010).

Pysäköintilaitosten säännöllisten rakenteiden vuoksi pysäköintilaitokset ovat luontevia kohteita elementtirakentamiseen. Esijännitetyjä elementtirakenteita käyttämällä päästään myös suhteellisen helposti tavoiteltuun noin 17 m jänneväliin. Elementtirakentamisessa tulee kuitenkin usein ongelmaksi rakenteen vesitiiveys. (RIL 1992, s. 93)

Myös elementtirakentamisessa yleisin runkoratkaisu on pilarirunko. Palkit tuetaan pilareihin ja laatat tuetaan palkkeihin. Sekä palkit että laatat ovat lähes poikkeuksetta esijännitetyjä betonielementtejä (elementtisuunnittelu.fi 2010). Yleensä laattana käytetään ontelolaattaa, mutta myös esimerkiksi TT-laattoja ja kuorilaattoja voidaan käyttää. Kantavan laataston päälle tehdään lattiapinnaksi betoninen pintavalu.

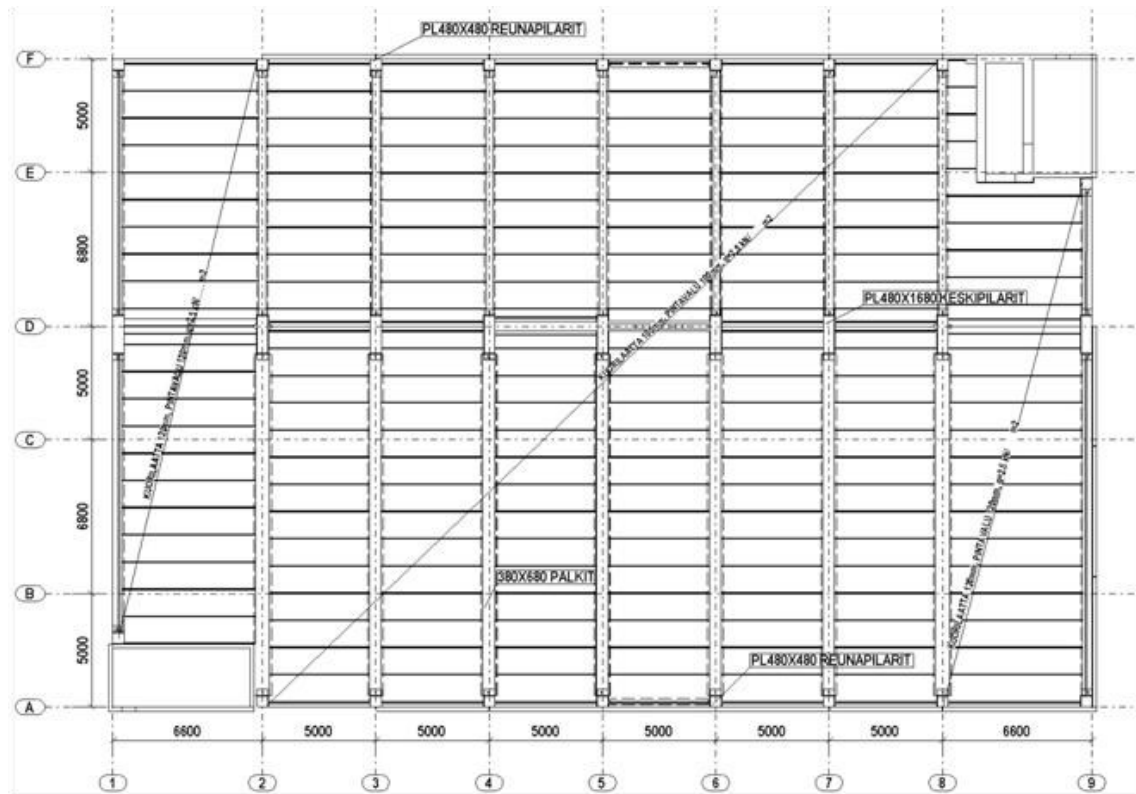


**Kuva 8.** Elementtirakenteisen pysäköintilaitoksen runko (Aho 2008, s. 66).

Kuvasta 8 nähdään pysäköintilaitoksen runko. Kuvassa näkyy myös rakennusta jäykistävä diagonaalisauva. Muita yleisiä tapoja jäykistää pysäköintilaitoksia ovat mastopilarit ja seinät. (Aho 2008, s. 57)

Ontelolaattojen tapauksessa tyypillisin pilarien välinen etäisyys on 7,2 m. Palkkien suunta valitaan rakenteelle edullisesti. Ontelolaatan paksuus pysäköintilaitoksissa on tyypillisesti 400 tai 500 mm ja sen päälle tehdään 60–100 mm raudoitettu pintavalu. (elementtisuunnittelu.fi 2010)

Kuorilaatoilla toteutetuissa pysäköintilaitoksissa sijoitetaan jännebetonipalkit pysäköintiruutujen suuntaiseksi. Pilarijaoksi valitaan tyypillisesti 5 m. Tällöin palkkien jännemitaksi saadaan 17 m ja laattojen 5 m. (elementtisuunnittelu.fi 2010) Näin kahden pilarin väliin mahtuu kaksi kappaletta 2,5 m leveää pysäköintiruutua.



**Kuva 9.** Esimerkki pysäköintilaitoksen runkojärjestelmästä kuorilaatoilla (elementtisuunnittelu.fi 2010).

Elementtirakenteen vesitiiviyys voidaan toteuttaa joko erillisellä vedeneristeellä tai yleisemmin tiiviillä pintavalukerroksella (elementtisuunnittelu.fi 2010). Pintavalun kanssa pitää kuitenkin olla tarkkana etenkin liitoskohtien kanssa, ettei rakenteen sisälle pääse kosteutta. Pysäköintitilojen lattiat kannattaakin jakaa suhteellisen pieniin alueisiin liikuntasauvoilla, ettei lattiaan synny halkeamia, joista vesi pääsisi rakenteeseen.

Kuvassa 9 on esimerkki elementtirakenteisen pysäköintilaitoksen runkorakenteesta kuorilaatoilla toteutettuna niille tyypillisellä 5 m pilarijaolla. Pysäköintiruudut sijaitsevat moduuliviivojen A–B, C–D ja E–F välissä ja näiden välissä on 6,8 m leveä ajoväylä.

### 3.3 Teräsrakenteet

Teräsrakenteet ovat käytännössä aina liittorakenteita, jotka koostuvat sekä teräs- että betoniosista. Lähinnä Suomen tiukkojen paloteknisten määräysten takia teräsrakenteet eivät ole Suomessa yleisesti käytössä pysäköintitiloissa (RIL 1992, s. 67). Muualla Euroopassa rakennetaan kuitenkin pysäköintitiloja teräsrakenteisina (Tavia 2016, s. 20).

Kuten muissakin rakennevaihtoehdoissa, teräsrakenteissa runkovaihtoehdoksi valikoituu usein pilaripalkki-rakenne. Pelkkiä teräsrakenteita ei kuitenkaan käytetä. Esimerkiksi

teräsrakenteinen pilari voi olla betonitäytteinen putkipilari. Tällaisen pilarin ulkomitat ovat huomattavasti vastaavaa raudoitettua teräsbetonipilaria pienemmät, joten ne haittaavat liikennöintiä pysäköintilaitoksen sisällä mahdollisimman vähän. (RIL 1992, s. 77) Palkkina taas voi toimia esimerkiksi I-profiilinen teräspalkki. Palkkien päälle tuleva välipohjalaatasto taas tehdään esimerkiksi betonielementeistä. Pintarakenteena käytetään betonivalua.

## 4. RAKENTEEN KUORMAT

Pysäköintilaitoksiin, jotka on sijoitettu rakennuksen alapuolelle, kohdistuu monia kuormia. Näistä merkittävimpiä ovat pysäköintilaitoksen yläpuolisten rakennuksen kuormat, ajoneuvokuormat ja mahdollisen pihakaton hyötykuormat. Kaikki kuormat tulee huomioida kohdekohtaisesti.

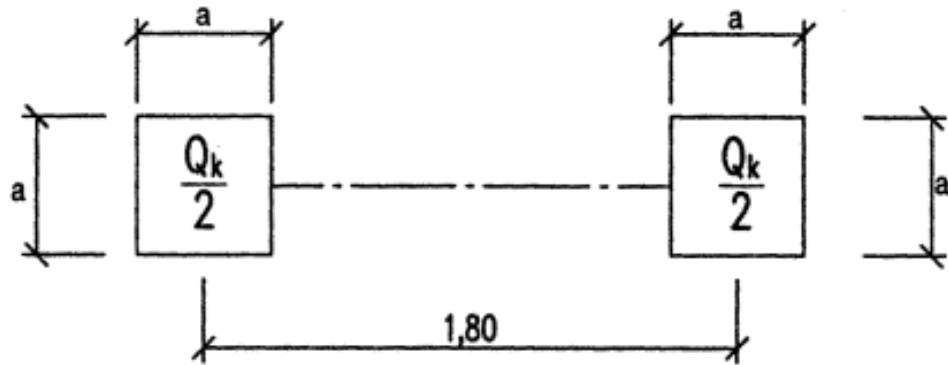
### 4.1 Ajoneuvokuormat

Pysäköintitiloihin kohdistuu luonnollisesti ajoneuvoista tuleva hyötykuormaa. Liikennöidyille alueille tuleva ajoneuvojen hyötykuorma voidaan jakaa eurokoodin 1991-1-1 mukaisesti luokkiin F ja G. Jos pysäköintilaitos on suunniteltu vain henkilöautoille, kuuluu se silloin luokkaan F. Luokkiin jako tapahtuu Suomessa taulukon 3 mukaisesti. Taulukossa 3 on esitetty myös hyötykuormien suuruudet.

**Taulukko 3.** Ajoneuvojen liikennöintialueiden hyötykuormat (EN 1991-1-1 2017, s. 8).

Liikennöintialueen luokka	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]
<b>Luokka F</b> Ajoneuvon kokonaispaino $\leq 30$ kN	2,5	20
<b>Luokka G</b> $30 \text{ kN} < \text{ajoneuvon kokonaiskuorma} \leq 160 \text{ kN}$	5,0	90

Ajoneuvon hyötykuorma lasketaan kuormakilpeä käyttäen jaettuna jollekin pinta-alalle eli  $q_k$  arvon avulla ja akselipistekuormana  $Q_k$  jaettuna kuvan 10 mukaisesti. Kuvassa 10 oleva mitta  $a$  on luokassa F 100 mm ja luokassa G 200 mm. Akselikuorma sijoitetaan rakenteeseen epäedullisimmalla tavalla. (RIL 201-1-2017, s. 76) Kuormakilpeä taulukon  $q_k$  arvolla käytetään, kun halutaan arvioida rakenteeseen aiheutuvia kokonaisvaikutuksia ja akselikuormia  $Q_k$ , kun halutaan tarkastella akselikuormien paikallisia vaikutuksia. (EN 1991-1-1 2017, s. 8)



**Kuva 10.** Akselikuormien mitat. (EN 1991-1-1 2002, s. 40).

Sen lisäksi, että pysäköintilaitoksessa on sisällä autoja, sen yläpuolella sijaitsee monesti paikoitustiloja tai kattotasoja, jolloin sieltäkin tulee ajoneuvoista aiheutuvaa hyötykuormaa rakenteille. Monesti yläpuolella sijaitsee esimerkiksi pelastusteitä tai roska-astioita, jotka pitää tyhjentää, jolloin rakenteet pitää mitoittaa näiden suurempien ajoneuvojen kuormien mukaan, jotka ovat huomattavasti normaaleja henkilöautoja suurempia (RIL 201-1-2017, s. 77).

## 4.2 Muut kuormat

Rakenteille tulevat kuormat vaihtelevat huomattavasti eri kohteiden välillä. Pysäköintilaitoksen yläpohjaan voi kohdistua kuormia esimerkiksi yläpuolisesta rakennuksesta, mahdolliselta pihakatolta ja muilta yläpuolisilta rakenteilta. Kohteen mukaan pysäköintitila voi olla kokonaan rakennuksen alla, jolloin ainoat sille kohdistuvat kuormat ovat rakennuksen kuorma ja pysäköintilaitoksen oma kuorma. Toisaalta pysäköintiin tarvittavan tila on usein olla suurempi kuin rakennuksen pinta-ala, jolloin pysäköintilaitos jatkuu rakennuksen ulkopuolelle. Näin osalle pysäköintilaitosta kohdistuu rakennuksen kuormat ja osalle vain pysäköintilaitoksen oman kattorakenteen paino. Vapaata kattoa voidaan haluta käyttää piha-alueena, jolloin pysäköintilaitoksen katolle kohdistuu lisää kuormia. Kuormatyypit täytyy siis katsoa aina tapauskohtaisesti.

Pihakattojen kuormat vaihtelevat suuresti riippuen siitä mitä niille halutaan sijoittaa. Esimerkkejä yleisistä asioista ovat istutukset, oleskelualueet ja erilaiset piharakennukset. Jos pihakannelle halutaan esimerkiksi istuttaa puita, halutaan huomioida niiden kasvamiseen tarvittava mullan määrä, joka painaa erityisesti kastuttuaan erittäin paljon.

Rakennuksen kuormien suuruus määräytyy yksiselitteisesti suunnitelmien pohjalta eurokoodien määräysten mukaisesti. Isompana haasteena onkin, miten nämä kuormat

saadaan siirrettyä pysäköintitilojen läpi rakennuksen perustuksille asti. Tässä auttaa huomattavasti, jos rakennuksen ja pysäköintilaitoksen kantavat linjat on suunniteltu samoille linjoille, kuten luvussa kaksi kerrotaan. Joskus pysäköintitilan yläpohjaan kuitenkin kohdistuu kuormia kohtiin, jotka eivät ole suoraan kantavan pilarin kohdalla. Tällöin pitää rakenne suunnitella siten, että pystykuorma saadaan siirrettyä vaakasuunnassa pilareille. Tällainen pistekuorma voi tulla esimerkiksi rakennuksen parvekkeita tukevalta pilarilta.

Parvekepilariden kuormia voidaan siirtää esimerkiksi seinämaisilla palkeilla tai erittäin paksulla laatalla. Parvekepilarit voidaan myös joutua viemään pihakannen läpi. Jos kohteessa on mahdollista käyttää ulokeparvekkeita, voidaan parvekkeiden kuormia siirtävästä pilarista luopua kokonaan. Asuinrakennus ja pysäköintilaitos erotetaan usein liikuntasaumoilla, mikä vaikeuttaa parvekepilarieitten tukemista pihakanteen.

Luonnollisesti pihakatoille tulee myös eurokoodin 1991-1-3 mukainen lumikuorma. Lumikuorman tapauksessa on tärkeää huomioida, että yläpuolisten auto- tai kevyenliikenteenväylien lumet voidaan haluta aurata kasaksi tiettyyn kohtaan, jolloin lunta voi kertyä pienelle alueelle hyvinkin paljon. Vaihtoehtoisesti lumi voidaan myös kuljettaa kokonaan pois pihakatoilta, jolloin lumikasoja ei synny ja rakenteelle kohdistuvan lumikuorman suuruutta voidaan vähentää.

## 5. PALOTURVALLISUUS

Pysäköintilaitosten paloturvallisuusvaatimukset Suomessa ovat saaneet omakseen paljon kritiikkiä. Yleensä paloturvallisuusmääräyksiä ja ohjeita Suomessa on pidetty liian tiukkoina. Muissa maissa on jo pitkään suunniteltu pysäköintilaitoksia avoimina hyvin vähäisillä paloturvallisuusvaatimuksilla. (RIL 195-4-2005, s. 7)

Pysäköintilaitoksista puhutaan autosuojina paloturvallisuuden yhteydessä. Niiden paloteknistä suunnittelua ohjaa ympäristöministeriön yleinen määräys rakennusten paloturvallisuudesta (E1) ja ympäristöministeriön ohje autosuojien paloturvallisuudesta (E4). Tällä hetkellä uusin asetus rakennusten paloturvallisuudesta on vuodelta 2017 ja asetus autosuojien paloturvallisuudesta vuodelta 2005.

Kuten muidenkin rakennusten paloturvallisuusmitoitus, pysäköintitilojenkin mitoittaminen palolle alkaa rakennuksen paloluokan määrittämisellä. Rakennuksen paloluokkaan vaikuttavat rakennuksen kerrosluku, korkeus, kerrosala ja käyttötarkoitus (RakMk E1 2017, s. 3-5).

Paloluokan P2 rakennuksen yhteydessä olevassa autosuojassa saa olla enintään kaksi kerrosta. Rakennus itsessään saa olla enintään kahdeksan kerrosta korkea. (RakMk E1 2017, s. 5) tämä tarkoittaa, että suurin osa rakennuksista, joiden yhteyteen sijoitetaan pysäköintitiloja, kuuluvat paloluokkaan P1.

### 5.1 Rakenteiden palonkestävyys

Suomen rakennusmääräyskokoelman osassa E1 sanotaan, että ”Rakennus ja sen rakennusosat eivät palon vaikutuksesta saa sortumalla aiheuttaa vaaraa määrätynä aikana palon alkamisesta.” Tämä vaatimus luo pohjan palotekniselle suunnittelulle ja se varmistetaan antamalla rakenteille aika, joka niiden täytyy kestää tulipalossa. Pysäköintitilojen kantavien ja osastoivien rakenteiden vaatimukset löytyvät määräyksen E1 taulukoista 6.2.1 ja 7.2.1. Esimerkiksi yleensä autosuojan kantavien rakenteiden täytyy säilyttää kantavuutensa palossa 60 minuuttia (RakMk E1 2017, s. 14). Palonkestävyyden vaatimuksia on sovellettu ohjeessa E4.

Yhden henkilöauton palokuorma on 6000 MJ. Tästä saadaan pysäköintitilojen laskennalliseksi palokuormaksi alle 600 MJ/m<sup>2</sup>, joten rakenteet määräytyvät sen mukaan (RakMk E1 2017, s. 10). On kuitenkin hyvä huomioida, ettei pysäköintitilaa voida tällöin käyttää varastona, koska varastot kuuluvat palokuormaltaan luokkaa yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>.



Suomen rakentamismääräyskokoelman E1 taulukoiden mukaan pysäköintitilojen kantavien palonkestovaatimus paloluokassa P1 on R60 ja osastoivien rakenteiden EI60 (RakMk E1 2017, s. 14). Materiaalin pitää olla kummallakin luokkaa A2-s1, d0. Lattiat pitää tehdä luokan A2<sub>FL</sub>-s1 materiaalista, mikä käytännössä tarkoittaa pysäköintilaitoksissa betonia. Muissa pinnoissa voidaan käyttää luokkaa B-s1, d0. (RIL 195-4-2005, s. 35)

## 5.2 Palotekninen osastointi

Palon ja savun leviämisen rajoittamiseksi, poistumisen turvaamiseksi ja pelastustoimien helpottamiseksi rakennus jaetaan palo-osastoihin (RakMk E1 2017, s. 8). Autosuojissa käytettäviä osastointiperiaatteita ovat kerros, käyttötapa- ja alaosastointi (RIL 195-4-2005, s. 22). Käyttötapaosastoinnin perusteella autosuoja osastoidaan omaksi palo-osastoksi rakennuksen muista osista. Pysäköintitiloissa sovelletaan myös pinta-alaosastointia. Pysäköintilaitoksen eri kerrokset kuuluvat samaan palo-osastoon, jos kerroksia ei eroteta toisistaan palo-ovella (RakMk E4 2005, s. 3). Autosuojien sallitut osastokoot on esitelty taulukossa 4. Taulukossa 4 on hyvä huomioida, että palo-osaston pinta-ala rakennuksen maanalaisissa osissa eli kellarikerroksissa on 50% pienempi kuin maanpäällisissä osissa.

**Taulukko 4.** Paloluokan P1 autosuojan osastojen enimmäispinta-ala (RakMk E4 2005, s. 3).

Osaston enimmäispinta-ala	Maan päällä [m <sup>2</sup> ]	Maan alla [m <sup>2</sup> ]
Suojaustaso 1	3000	1500
Suojaustaso 2	6000	3000
Suojaustaso 3	Harkinnan mukaan	10 000

Pysäköintikerroksessa mahdollisesti sijaitseva hissi pitää rajoittaa osastoivilla seinillä omaksi palo-osastoksi. Tällä estetään palon ja savun leviäminen nopeasti hissikuilun kautta muihin kerroksiin.

## 5.3 Savunpoisto

Kun siirrytään pysäköintitilasta rakennuksen muuhun tilaan, pitää estää myrkyllisten tai palavien kaasujen leviäminen autosuojasta. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi ovilla, joita ei tilan läpi kuljettaessa jouduta avaamaan samaan aikaan. Autosuojasta ei kuitenkaan sallita yhteyttä palovaaralliseen tai räjähdysvaaralliseen tilaan. (RakMk E4 2005, s. 3)

Palavista autoista muodostuu runsaasti myrkyllisiä kaasuja, joten pysäköintitilan savunpoistosta huolehtiminen on tärkeä osa paloturvallisuutta. Savunpoisto järjestetään Suomen rakentamismääräyskokoelman E2 osan mukaan. Autosuojiiin sovelletaan savunpoistossa paloturvallisuusluokan 1 tilojen ohjeita. Savunpoisto voidaan hoitaa painovoimaisesti tai koneellisesti. Jos pysäköintitila sijaitsee maan päällä, voidaan savunpoisto hoitaa yleensä ikkuna- ja oviaukkoja käyttäen. (RakMk E4 2005, s. 4) Kellarikerroksessa tulee huomioida, ettei savunpoistossa käytetä sammutusreittejä tai osastoituja uloskäytäviä (RakMk E1 2017, s. 23). Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi erillisten savunpoistoluukkujen tai koneellisen savunpoiston avulla.

Ilmanvaihtokuilujen kautta tulipalo ja savu leviävät nopeasti rakennuksen muihin osiin. Tämä halutaan tietenkin estää ja tämän takia pysäköintitilan ilmanvaihto tarvitsee oman ilmanvaihtokoneen ja ilmanvaihtokuilut kuin muu rakennus.

## 5.4 Poistumisreitit

Kuten muistakin tiloista, myös autosuojasta pitää suunnitella tulipalon sattuessa käytettävät poistumisreitit. RakMk E1 mukaan rakennuksesta pitää voida palon sattuessa poistumaan turvallisesti. Poistumisreittien suunnittelu menee RakMk E1 määräysten mukaan. Ainoana lisänä pysäköintitiloissa tulee lähinnä pakokaasuvaaran takia suunnitella uloskäytäviin mennessä sulkutila eli kahdella ovella rajattu tila, joista toisen täytyy olla palo-ovi ja toinen voi olla muu umpinainen ovi. Ovet pitää suunnitella siten, ettei niitä tilan läpi kuljettaessa tarvitse avata samanaikaisesti. (RIL 195-4-2005, s. 25)

E1 mukaan tilasta pitää olla 2 kulkureittiä uloskäytävään. Pysäköintitiloissa kulkureitin enimmäispituus on 45 m. Uloskäytävien pitää johtaa suoraan ulos rakennuksesta tai muuhun palon sattuessa turvalliseen paikkaan ja niiden leveyden pitää olla vähintään 1200 mm. (RakMk E1 2017, s. 19-20) Uloskäytävän mittoihin kuitenkin vaikuttaa tilan henkilömäärä ja muut uloskäytävät.

Pysäköintitilan ajoreittiä tai -rampia ei tulisi käyttää ihmisten poistumisreitteinä. Rampit on tarkoitettu autoille ja hätätilassa onkin mahdollista, että palokunta tarvitsee rampia omaan toimintaansa tai joku lähtee ajamaan autollaan pois pysäköintitilasta. Tämä aset-taisi poistuvat ihmiset uuteen vaaraan, vaikka poistumisreitit tarkoitus on johtaa turvalli- sesti pihalle. Jos ajorampia halutaan käyttää uloskäytävänä, tulee sen viereen rakentaa korotettu jalkakäytävä. Jalkakäytävänkin kanssa ajorampin käyttö ihmisten poistumis- reitteinä on sallittua vain kahden normaalin uloskäytävän lisänä. (RIL 195-4-2005, s. 25)

## 6. YHTEENVETO

Tässä työssä selvitettiin erityisiä asioita, joita rakennesuunnittelussa pitää ottaa huomioon, kun rakennuksen alle sijoitetaan pysäköintiä. Työssä käsiteltiin erilaisia vaihtoehtoja mitä suunnittelussa voidaan tehdä ja käytiin läpi eurokoodien ja Suomen rakennusmääräskokoelman antamia määräyksiä aiheesta. Työ suoritettiin kirjallisuuskatsauksena.

Pitkien etäisyyksien takia monet suomalaiset kokevat oman auton tarpeelliseksi myös keskusta-alueilla. Isoimpien kaupunkien keskustojen rakentaminen tiivistyy jatkuvasti eikä paljon tilaa vieville autopaikoille tahdo löytyä tilaa maan tasosta. Tulevaisuudessa tilanne voi olla erilainen, jos yksityisautoista voidaan luopua, mutta tällä hetkellä ja nähtävästi myös lähitulevaisuudessa tarve autopaikoille pysyy. Tämän hetkinen ratkaisu ongelmaan on pysäköintipaikkojen sijoitus piiloon rakennusten alle. Tulevaisuuden ratkaisuja voivat olla esimerkiksi robotoidut pysäköintilaitokset, joissa autot saadaan pysäköityä entistä tiiviimmin. On myös mahdollista, että tulevaisuudessa autojen määrä vähenee eikä pysäköintipaikkoja enää tarvita nykyisiä määriä.

Suomessa rakennusmateriaaleista betoni on vallitsevassa asemassa, mikä näkyy myös pysäköintilaitosten materiaalivalinnoissa. Käytännössä kaikki Suomessa rakennetut pysäköintilaitokset tehdään betonirakenteisina, vaikka monissa muissa maissa teräs on yleinen vaihtoehto pysäköintilaitoksille. Betonirakenteista sekä paikallavalu että elementtirakenteet ovat Suomessa yleisesti käytössä olevia ratkaisuita.

Suomessa rakentamista ohjaavat tarkasti sekä Suomen omat että myös Euroopan unionin antamat määräykset ja normit. Työssä käytiin läpi näiden normien ohjeistusta kuormien ja paloturvallisuuden osalta pysäköintilaitoksiin liittyviltä osilta.

Suunnittelussa on niin paljon eri kohteiden välillä muuttuvia asioita, ettei asiasta saa muodostettua kaikkia tilanteita kattavaa ohjeistusta. Jokainen kohde on uniikki ja tämä on tärkeä huomioida myös niiden suunnittelussa. On kuitenkin tärkeää tietää minkä tyyppisiä asioita voi tulla vastaan eri kohteissa ja tähän tässä kandidaatintyössä on pyritty antamaan vastaus.

# LÄHTEET

elementtisuunnittelu.fi (2010). verkkosivu saatavissa (viitattu 10.11.2019) "elementtisuunnittelu.fi"

EN 1991-1-1 (2017). Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1991-1-1: Rakenteiden kuormat. s. 8.

EN 1991-1-1. (2002). Eurocode 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-1: yleiset kuormat, tilavuuspainot, oma paino Ja rakennusten hyötykuormat.

Aho, O. (2008). Elementtirakenteinen Pysäköintilaitos Betoni-Lehti 3/2008. s. 56-67. saatavissa (viitattu 10.12.2019): <https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/10/BET0803-s-56-67.pdf>

RakMk E1 (2017). Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 Rakennusten Paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet. Ympäristöministeriö.

RakMk E4 (2005). Suomen rakentamismääräyskokoelma E4 Autosuojien paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet. Ympäristöministeriö.

RIL (1992). Pysäköintilaitosten suunnittelu ja rakentaminen. Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL ry.

RIL 195-4-2005 (2005). Rakenteellinen paloturvallisuus, pysäköintilaitokset. Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL ry.

RIL 201-1-2017 (2017). Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat: eurokoodit EN 1990, EN 1991-1-1, EN 1991-1-3 ja EN 1991-1-4. Suomen rakennusinsinöörin liitto RIL ry.

RT 98-11235 (2016). Pysäköintialueet. Rakennustietosäätiö

RT 98-11237. (2016). Pysäköintilaitokset. Rakennustietosäätiö

Tampereen kaupunki (2019). Tampereen Pysäköintipolitiikan Linjaukset. Yhdyskuntalautakunta. Pöytäkirja 29.1.2019. Saatavissa (viitattu 30.11.2019): [http://tamperecloudnc.fi/fi-FI/Toimielimet/Yhdyskuntalautakunta/Kokous\\_2912019/Tampereen\\_pysakointipolitiikan\\_paivittam\(78420\)](http://tamperecloudnc.fi/fi-FI/Toimielimet/Yhdyskuntalautakunta/Kokous_2912019/Tampereen_pysakointipolitiikan_paivittam(78420))

Tavia, P. (2016). Maanalaisen pysäköintilaitoksen välipohjan teknis-taloudellinen vaihtoehtovertailu. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Tampere