



**SAVONIA**

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# PYSÄKÖINTIRAKENNUSTEN RUNGOT

TEKIJÄ: Kimmo Luostarinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä(t) Kimmo Luostarinen			
Työn nimi Pysäköintirakennusten rungot			
Päiväys	4.4.2019	Sivumäärä/Liitteet	46/47
Ohjaaja(t) Arto Puurula, TkT, rakennetekniikan yliopettaja ja Matti Mikkonen, DI, lehtori			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Sitowise Oy			
Tiivistelmä			
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli koota rakennusalan eri julkaisuista ja määräyksistä tietoa pysäköintirakennusten rungon alustavassa suunnittelussa huomioitavista asioista ja koota niistä tietokokonaisuus, joka helpottaa suunnittelijoita valitsemaan rakennuksen mittoja, rakenteita, teknisiä ratkaisuja sekä huomioimaan rakennuksen eri rakenteille asetetut raja-arvot. Lisäksi tavoitteena oli tuottaa yleispiirteisiä detaljikuvia teräsbetonisen pysäköintirakennuksen rungosta sekä rakennetyyppikuvia pysäköintirakennuksissa käytetyistä rakenneratkaisuista.</p> <p>Työ toteutettiin muodostamalla kuva pysäköintirakennusten mittojen määräytymisperusteista, tämän tyyppisille rakennuksille ominaisista kuormituksista, runkojärjestelmien ominaisuuksista, sekä pysäköintirakennuksissa esiintyvistä olosuhteiden ja ympäristön aiheuttamista rasituksista. Näiden tietojen pohjalta työtä varten kerättiin alan kirjallisuudesta, määräyksistä ja julkaisuista ohjeita, raja-arvoja sekä yleisesti käytettyjä toteutustapoja, joista poimittiin keskeisimmät tiedot ja ne kerättiin selkeäksi kokonaisuudeksi, josta ne on helppo löytää. Tiedon runsaudesta johtuen moniin aiheisiin kirjattiin lisäksi julkaisujen tietoja ja sivuja, joista suunnittelijoiden on helppo tarvittaessa etsiä lisätietoja ja perehtyä työssä käsiteltyihin aiheisiin syvällisemmin.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena valmistui kattava kokonaisuus pysäköintirakennusten erityispiirteistä alustavan suunnittelun kannalta sekä yleispiirteisiä detaljikuvia ja rakennetyyppikuvia, joista suunnittelijan on helppo miettiä ja muokata suunniteltavaan kohteeseen sopiva ja järkevä ratkaisu.</p>			
Avainsanat pysäköintirakennus, runko, mitat, liikuntasauha, kuormat			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Engineering			
Author(s) Kimmo Luostarinen			
Title of Thesis Frame Structures in Parking Facilities			
Date	4 April 2019	Pages/Appendices	46/47
Supervisor(s) Mr Arto Puurula, PhD, Principal Lecturer and Mr Matti Mikkonen, MSc, Senior Lecturer			
Client Organisation /Partners Sitowise Oy			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to compile information from various publications and regulations in construction field regarding the preliminary design phase of the frames of parking facilities. The purpose was to form an information package to make it easier for designers to choose suitable measurements, structures and technical solutions and to take notice of different regulations and constructional limit values. Another aim of the thesis was to produce general detail drawings of a parking facility with reinforced frame as well as structural drawings of the constructional solutions used in parking facilities.</p> <p>First, the basis for the measurements of parking facilities as well as their loads and the properties of the frame systems, typical of buildings of this type, were discussed. Furthermore, the stresses caused by different conditions and the environment on the facilities were studied. On the basis of these information guidelines, regulations, limit values and commonly used methods were collected from different construction field publications and regulations, and were compiled to a whole. Because there was a lot of information available, the pages of and information on the publications were included in many topics to make it easier for designers to search more information on those subjects.</p> <p>As a result was a comprehensive information package on the characteristics of parking facilities to be used in preliminary design phase. In addition, general detail drawings and structural drawings were produced. By using the drawings it is easier for designers to think about individual solutions for each design work.</p>			
Keywords parking, garages, facilities, loads, measurements, joints			

## ESIPUHE

Haluaisin kiittää Erkki Kerttulaa, Jouni Rytköstä sekä Sitowise Oy:tä kiinnostavasta opinnäytetyöaiheesta, ohjauksesta sekä työn kommentoinnista.

Kuopiossa 4.4.2019

Kimmo Luostarinen

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	7
1.1	Sitowise Oy .....	7
1.2	Taustat ja tavoitteet.....	7
1.3	Työn rajaukset.....	7
2	RAKENTEET .....	8
2.1	Pystyrakenteet.....	8
2.2	Vaakarakenteet.....	10
2.3	Tuoteosatoimitusratkaisut .....	12
2.4	Liitokset .....	13
2.5	Rakennetyypit.....	15
3	KUORMAT .....	16
3.1	Pistekuormat .....	17
3.2	Tasainen kuorma .....	17
3.3	Törmäyskuormat.....	17
4	JÄYKISTYSRATKAISUJEN PERIAATTEET .....	20
4.1	Jäykisteseinät .....	20
4.2	Mastojäykistys .....	21
4.3	Vinosidejäykistys.....	24
5	BETONIRAKENTEIDEN OMINAISUUDET .....	25
5.1	Rasitusluokat ja kulutuksenkestävyys .....	25
5.2	Liikuntasaumat .....	32
5.3	Pintaratkaisuvaihtoehdot .....	33
5.4	Taipumat ja halkeilu.....	33
6	RAKENNUKSEN SUUNNITTELU .....	36
6.1	Rungon suunnittelu.....	36
6.2	Pysäköintiruutujen sijoittelu, mitat ja tilantarve.....	37
6.3	Paloturvallisuus.....	39
6.4	LVI-tekniikan huomiointi.....	42
6.5	Lumenpoisto.....	42
7	POHDINTA.....	43
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT .....	44

8 LIITTEET ..... 46

## 1 JOHDANTO

### 1.1 Sitowise Oy

Sitowise Oy syntyi vuonna 2017 Sito Oy:n ja Wise Group Finland Oy:n yhdistyttyä (Sitowise.com a.). Sitowise työllistää 1400 asiantuntijaa, jotka toimivat infra- ja talonrakentamisen alalla. Se toimii 18 eri paikkakunnalla Suomessa ja lisäksi sillä on tytäryhtiöt Norjassa ja Virossa sekä osakkuusyhtiöt Latviassa ja Puolassa. Sitowise Oy on suurin suomalaisomisteinen rakennetun ympäristön suunnittelu- ja konsultointiyritys. (Sitowise.com b.)

### 1.2 Taustat ja tavoitteet

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Sitowise Oy. Työn aihe tuli toimeksiantajan tarpeista ja omasta kiinnostuksesta aiheeseen. Työn taustalla on yrityksen toive tuottaa pysäköintirakennusten betonirunkorakenteista yleispiirteinen tietokokonaisuus, josta selviää pysäköintirakennusten tyypillisimmät rakennetyypit, detaljit ja rakenneratkaisut.

Tavoitteena on tehdä opinnäytetyö, missä on kootusti laajempi aineisto pysäköintilaitosten suunnittelussa huomioitavista asioista. Työssä perehdytään eri runkorakenteisiin, jäykistysratkaisuihin, liikuntasauvojen vaikutukseen kokonaisuuden ja jäykistysten kannalta, tyypillisiin runkodetaljeihin, betonin rasitusluokkiin, pintaratkaisuvaihtoehtoihin, paloturvallisuuteen, LVI-tekniikan integrointiin, lumenpoistoon, elementtitekniikan ja paikallavalutekniikan yhteistoimintaan, tuoteosatoimitusratkaisuihin, taipumarajatiloihin, pysäköintipaikkojen mittavaatimuksiin ja niiden vaikutukseen rungon valinnassa sekä yleisimpiin pysäköintirakennuksissa esiintyviin kuormiin.

### 1.3 Työn rajaukset

Työ rajataan koskemaan kantavan rungon osalta teräsbetonisia pysäköintirakennuksia, sillä ne muodostavat suurimman osan pysäköintirakennuksissa käytetyistä runkoratkaisuista. Teräsbetonin lisäksi rungon rakenteista käsitellään teräksiset Deltapalkit sekä katon rakenteena käytettävät teräsrakenteet.

Paloturvallisuutta työssä tullaan käsittelemään hyvin suuri piirteisesti ja vain yleisellä tasolla, sillä paloturvallisuustoimenpiteet ovat hyvin kohdekohtaisia.

## 2 RAKENTEET

Teräsbetoninen pysäköintirakennus voidaan toteuttaa joko paikallavalettavana tai elementtirakenteisena. Pysäköintirakennusten yleisin runkojärjestelmä on pilari-palkkirunko, jossa pilarit ovat sijoitettu autopaikkojen päihin siten, että pilariväliksi muodostuu pituussuunnassa noin 17 metriä ja leveys-suunnassa 5,0–7,5 metriä (Elementtisuunnittelu.fi a). Näillä mitoilla pilarien väliin mahtuu pituussuunnassa ajoväylä ja sen molemmin puolin pysäköintipaikat sekä leveysuunnassa 2-3 autopaikkaa jänneväliden pysyessä samalla kohtuullisina. Pysäköintirakennuksen rungon suunnittelussa tulee ottaa huomioon muun muassa tilojen käyttömukavuus, säärasitus, rakenteiden vesitiiviys, kuormitukset sekä palonkesto (RT 82–10814, Paikallavaletut Betonirunkorakenteet, © Rakennustietosäätiö RTS 2004, 5.; Mannonen 2008, 2.).

Runko voidaan toteuttaa paikallavalettavana pilarilaatta- tai pilaripalkkirakenteena, elementtirakenteisena pilari-palkki-järjestelmänä tai näiden kahden tekniikan yhdistelmänä. Paikalla valaessa pitkillä jänneväleillä laatoissa ja palkeissa käytettävä raudoitus toteutetaan jälkijännitetyillä jännepunoksilla. Elementtirakenteisena rakennuksen tasot toteutetaan yleensä liittorakenteena, jolloin asennetun ta-soelementin päälle valetaan vielä työmaalla pintavalu. Rakenteen vesitiiviys otetaan huomioon pinta-valun suunnittelussa raudoituksen, tartunnan sekä työnaikaisen tuennan avulla. Työnaikaista tuentaa muutetaan valun jälkeen suunnitellusti, jolloin laatastoon muodostuu puristusvoima. Tämä puristus mahdollistaa laataston vesitiivyyden. (RT 98–11237, Pysäköintilaitokset, © Rakennustietosäätiö RTS 2016, 13.)

### 2.1 Pystyrakenteet







Kantavan pystyrakenteen muodostaa yleensä pilarirunko. Rakennuksen keskellä pilarit voidaan korvata seinärakenteella, jota voidaan hyödyntää rakennuksen jäykistyksessä. Välipohjapalkisto tuetaan näihin pilareihin käyttämällä konsoleita, jotka ovat tavallisesti näkyviä teräsbetonikonsoleita. (RT 82–10821, Betonielementtirunkorakenteet, © Rakennustietosäätiö RTS 2004, 14.; Suomen Betoniyhdistys ry, 2018, 433.)

Elementtirakenteisessa pilarirungossa pilareina käytetään suorakaiteen muotoisia tai pyöreitä pilareita. Pilarin mitat tulee valita niin, että pilarin kapasiteetti on riittävä siihen kohdistuville rasituksille, pilarin hoikkuus huomioon ottaen. Suositeltavana minimimitana pilarille pidetään 280 millimetriä. Taloudellinen enimmäispituus suorakaiteen muotoisella elementtinä valmistetulla monikerrospilarilla on n. 15 metriä, eli 3-4 kerrosta kerroskorkeuden ollessa n. 3 metriä. Pyöreät pilarit suositellaan valmistettavaksi kerroksen korkuisina. Työmaalla yhtenä osana pystytettävien pilareiden suurimmat pituudet ovat yleensä 20–24 metriä. (Elementtisuunnittelu.fi b, Runkorakenteet 2010-03-10, 28.; Valjus 2010, BES 2010 Runkorakenteiden valinta ja kantokykykäyrästä, 9.)

Mikäli runko jäykistetään seinillä tai ristikkojäykistyksellä, pilarit mitoitetaan kerroksittain nivelellisesti tuettuina sauvoina. Tällä tavalla pilariin vaikuttava ylempien kerrosten normaalivoima kohdistuu pilariin keskeisesti ja pilariin kohdistuu epäkeskisyyttä ainoastaan tarkasteltavan kerroksen pystykuormista. (RT 82–10821, Betonielementtirunkorakenteet, © Rakennustietosäätiö RTS 2004, 14.)

		PILARIN LEVEYS				
		2M 180	3M 280	4M 380	5M 480	6M 580
PILARIN KORKEUS	2M 180	□				
	3M 280	□	■			
	4M 380	□	□	■		
	5M 480			□	■	
	6M 580			□	□	■
	7M 680				□	□
	8M 780					□
		■	SUOSITELTAVIN		□	SUOSITELTAVA

Kuva 1. Suorakaidepilareiden suosituskokoja (Elementtisuunnittelu.fi b, Runkorakenteet 2010-03-10, 29.)

PILARIN HALKAISIJA					
2M 180	3M 280	4M 380	5M 480	6M 580	7M 680
					

Kuva 2. Pyöreiden pilareiden suosituskokoja (Elementtisuunnittelu.fi b, Runkorakenteet 2010-03-10, 30.)

## 2.2 Vaakarakenteet

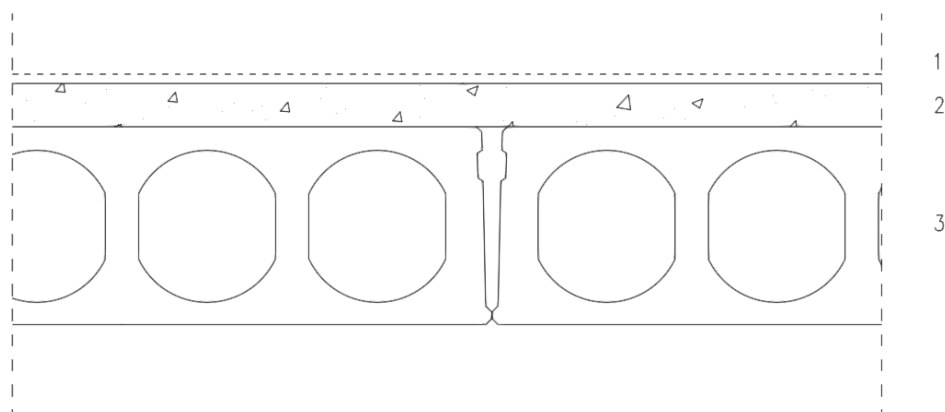
Vaakarakenteena pysäköintirakennuksissa voidaan käyttää useita eri ratkaisuja, kuten ontelolaatasto, TT-laatasto, peltikasetilla tai kuorilaatalla ja pintalaatalla toteutettua liittorakennetta tai paikallavalettavaa teräsbetonilaattaa, joka voidaan jälkijännittää. Nämä vaakarakenteet tukeutuvat palkkeihin. Vaakarakenteita suunniteltaessa tulisi kiinnittää huomiota jo vedenpoiston kannalta tärkeisiin kallistuksiin, esimerkiksi käyttämällä vinoa palkistoa, kerrospaksuudeltaan suuriksi kasvavien pintavalujen välttämiseksi.

Jälkijännittämällä kantavia vaakarakenteita saadaan pienenettyä ja niistä saadaan saumattomia, vesitiiviitä, hyvin kulutusta kestäviä sekä yhtenäisiä rakenteita (RT 82–10814, Paikallavaletut Betonirunkorakenteet, © Rakennustietosäätiö RTS 2004, 5.). Lisäksi jälkijännitys mahdollistaa rakenteet, joissa halkeamat on pieniä tai niitä ei esiinny ollenkaan, jolloin harjateräkset ovat hyvin suojattu korroosiota vastaan. Tämä pidentää rakenteen käyttöikää, vähentää huollon ja korjauksen tarvetta sekä antaa rakenteelle hyvän kestävyuden väsytkuormituksia vastaan. (Mannonen, 2008, 1.)

Elementtirakenteessa välipohja muodostuu elementtilaatastosta, joka tuetaan palkkeihin tai seiniin. Muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta nämä rakenteet ovat esijännitetyjä. Palkit voivat olla teräsbetoni- tai teräspalkkeja. Palkkien tuennoissa käytetään neopreenilaakereita tai mikäli tarve esiintyy, liukulaakereita. Palkin suuntaan kulkeva liikuntasauva sijoitetaan palkin päälle. Tihkuvesikourut sijoitetaan palkin kylkeen, sauman alle. (Aho, 2008, 1.)

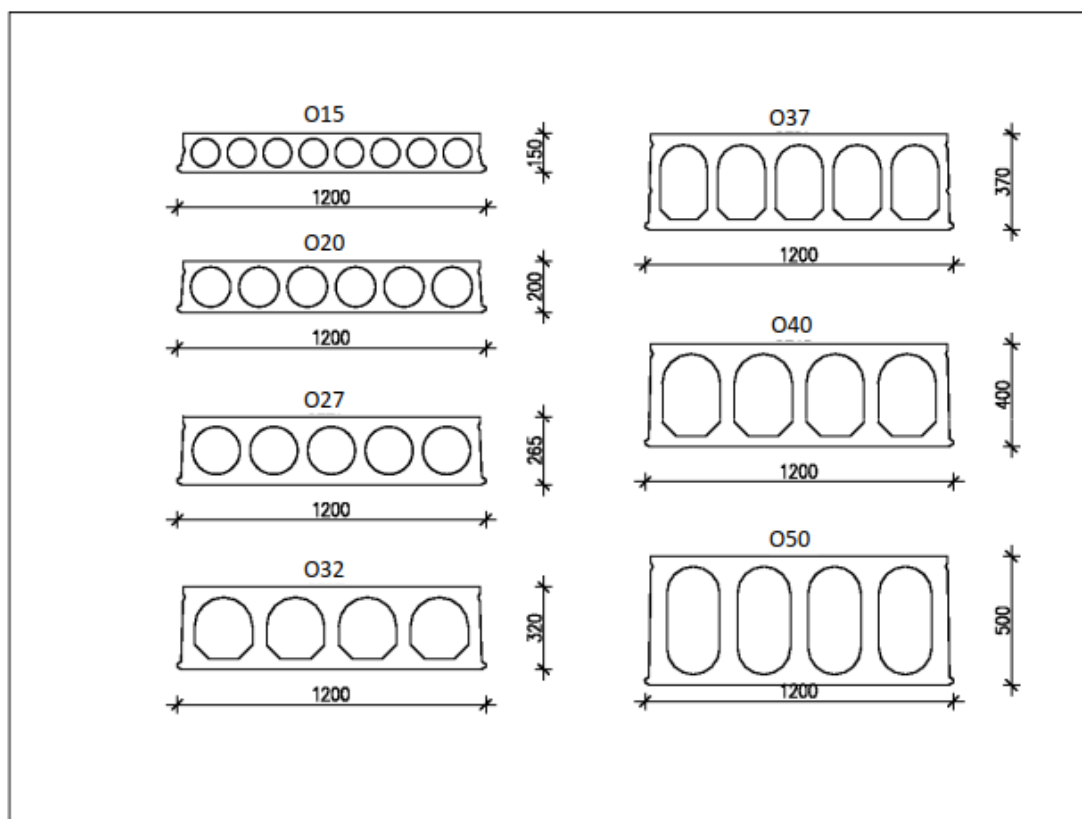
Ontelolaattarakaisuuksissa ontelolaattojen paksuudet ovat 400–500 mm ja niiden päälle valetaan 60–80 mm raudoitettu pintabetonilaatta. Ontelolaattaa käytettäessä on edullisinta pyrkiä 12M moduuli-

mitoitukseen, jolloin voidaan käyttää kokonaisia ontelolaattaelementtejä ontelolaatan 1200 mm vakioleveyden takia ja vältetään ylimääräisiä laattojen kavennuksia sekä paikallavalukaistoja.

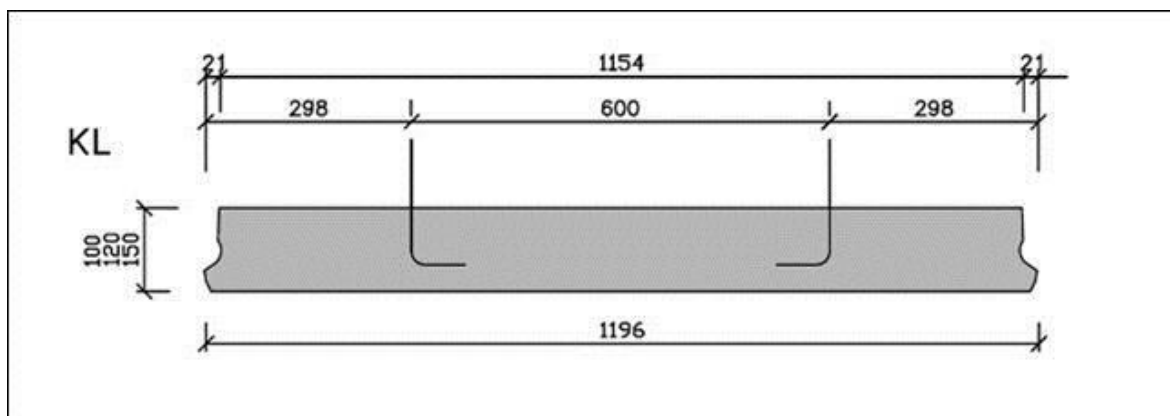


Kuva 3. Periaatepiirros ontelolaatastolla toteutetusta välipohjarakenteesta, päällimmäisenä kerroksena on pintamateriaali (1), jonka alla on ontelolaataston (3) päälle valettu pintabetonilaatta (2).

Kuorilaattaa käytettäessä jännebetonipalkit asennetaan pysäköintiruutujen suuntaisesti ja tyypillinen pilarijako on 5000 mm tai 7500 mm. Kuorilaattaratkaisussa vaakarakenteena toimii liittorakenne, missä esijännitetty kuorilaatta muodostaa pintabetonilaatan kanssa yhtenäisen rakenteen. Kuorilaatan paksuus on tavallisesti 100–120 mm ja pintabetonilaatan paksuus ja rauditusratkaisut vaihtelevat tapauskohtaisesti riippuen rakenteen jännemitoista sekä kuormista. Myös kuorilaatan vakioleveys on 1200 mm.

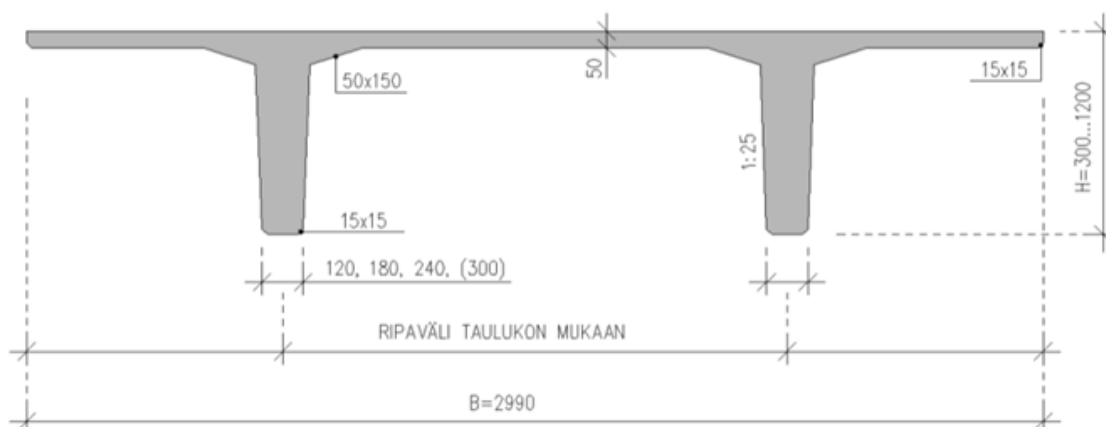


Kuva 4. Ontelolaattatyypien poikkileikkauksia. (Betoniteollisuus ry, Runkorakenteet 2010-03-10, 51.)



Kuva 5. Kuorilaatan poikkileikkaus. (Betoniteollisuus ry, Runkorakenteet 2010-03-10, 58.)

TT-laatasta käytettäessä laattana käytetään normaalisti vähintään 600 mm korkeaa laattaa. TT-laatan perusleveys on 3000 mm tai 2400 mm ja kansilaatan paksuus 50–100 mm päälle tulevasta pintabetonilaatasta riippuen.



Kuva 6. TT-laattojen mittasuosituksia. (Betoniteollisuus ry, Runkorakenteet 2010-03-10, 63.)

Porrastasanteilla voidaan käyttää lisäksi massiivilaattaelementtejä, jotka voivat olla valmistettu jännitettyinä tai teräsbetonilaattoina. Laatan vakiopaksuudet ovat 240, 250, 260 sekä 280 mm ja paksuus valitaan jännevälän, kuormitusten sekä välipohjan rakennepaksuuden mukaan. (RT 82–10821, Betonielementtirunkorakenteet, © Rakennustietosäätiö RTS 2004, 15.; Betoniteollisuus ry, Runkorakenteet 2010-03-10, 50–67.)

### 2.3 Tuoteosatoimitusratkaisut

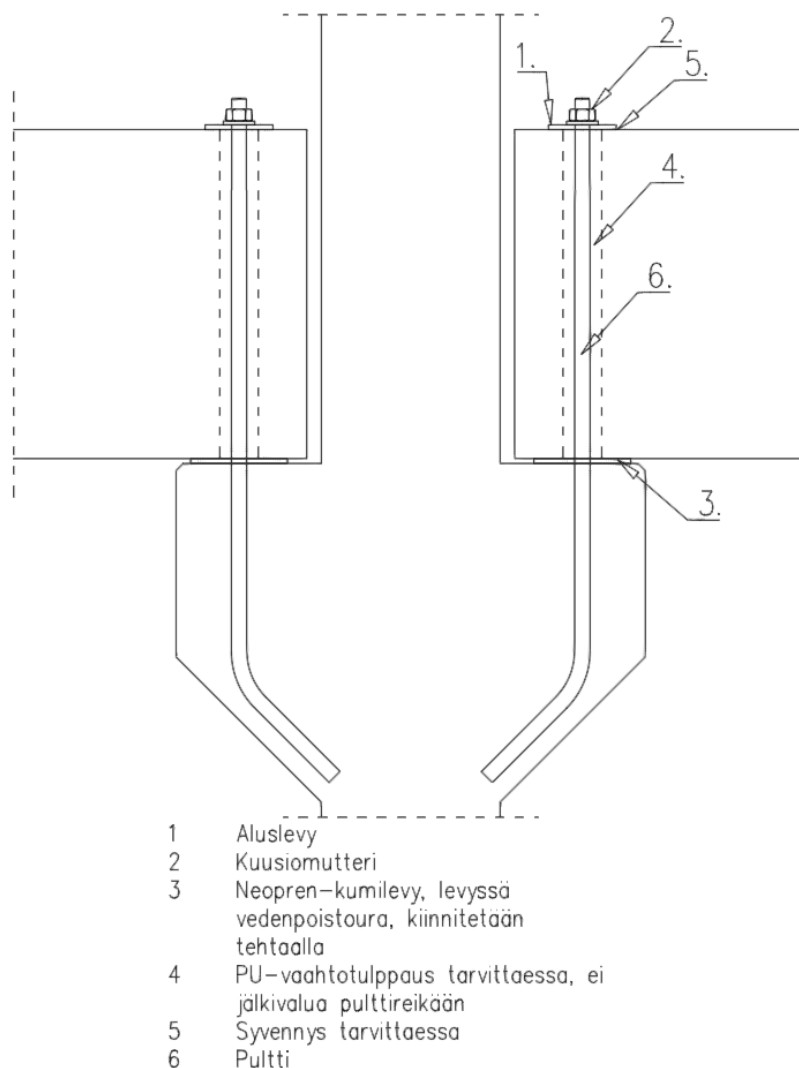
Pysäköintirakennuksia toimitetaan myös avaimet käteen-periaatteella. Parma Oy tarjoaa kokonaisratkaisua pysäköintitalojen suunnitteluun ja rakentamiseen, jossa heille riittää suunnitteluun tontti-

ja kaavatiedot, tarvittu paikoituksen määrä ja liikennevirrat sekä asiakkaan asettamat ulkonäkötoiveet rakennukselle. Parma Oy:n tuoteosatoimitukseen kuuluu runko- ja tuotesuunnittelu, elementtien valmistus ja niiden kuljetus, asennus sekä niiden liittymien valut. (Parma.fi)

Runko toteutetaan teräsbetonisena pilari-palkkirunkona, jossa pystyrakenteina toimivat teräsbetoniset elementtipilarit ja vaakarakenteina käytetään jännebetonipalkkeja, esijännitettyjä kuori- tai liittolaattoja, jotka muodostavat paikallavaletun pintalaatan kanssa liittorakenteen. Jäykistävänä rakenteena käytetään mastopilareita ja vinosauvaristikoida tai jäykisteseiniä. (Parma.fi; Parman Pysäköintitalot)

## 2.4 Liitokset

Elementtirakenteisessa rungossa voimat siirtyvät elementtien välillä liitosten avulla. Liitoksissa käytetään yleensä jälkivalettavia saumoja, joissa on liitoksen toiminnan varmistavia teräsosia. Vaakarakenteiden liitämiseksi pystyrakenteisiin voidaan käyttää teräsbetonisia ulokkeita eli teräsbetonikonsoleita tai piilokonsoleiksi kutsuttavia teräksisiä liitososia, jotka jäävät nimensä mukaisesti rakenteiden sisään piiloon. Teräsbetoniset konsolit voivat olla vinokonsoleita, joissa alareuna on viistetty tai suorakaiteen muotoisia. Vaakarakenne, palkki tai laatta, lasketaan konsolin päälle ja liitos varmistetaan raudoituksilla tai pulttiliitoksilla. Palkin ja konsolin välissä käytetään Neopren-kumilaakerilevyjä ja liikuntasauaman kohdilla liikkeen sallivia liukulaakerilevyjä. Kumilevyillä jaetaan siihen kohdistuva kuorma mahdollisimman tasaisesti ja sallitaan kiertymä taipuvan elementin tuella. Liikuntasaumoissa käytettäviä laakerityyppejä on muun muassa Muottikolmio Oy:n TG 1 A + c4 sekä kiertymän sallivat liukulaakerit TDG 27 SZ.



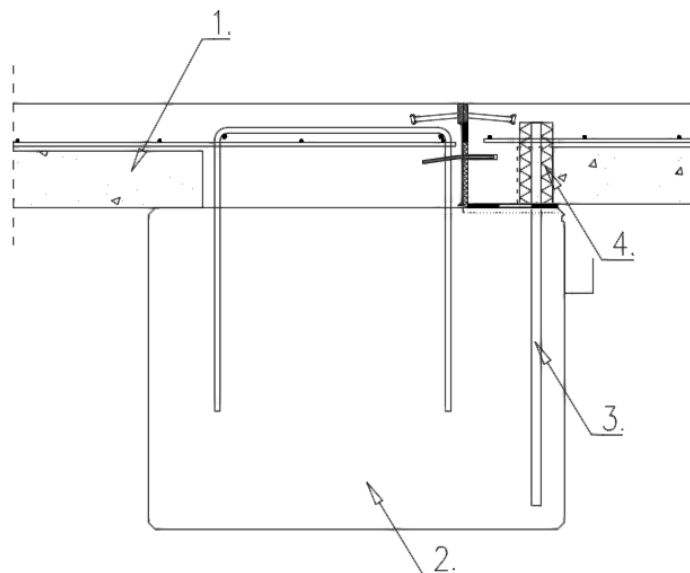
Kuva 7. Periaatepiirros keskipilarin liitosdetaljista, jossa palkit liittyvät pilariin teräsbetonisilla vino-konsoleilla. Palkit lasketaan konsolin päälle siten, että konsoleista nousevat kiinnityspultit sattuvat keskeisesti palkissa olevaan pultin reikään. Lopuksi palkin liitos varmistetaan kiristämällä kuusiomutteri kiinnityspultin yläpäähän.

Teräsbetonisten ulokkeiden lisäksi voidaan käyttää teräksisiä piilokonsoleita. Näitä ovat muun muassa Anstarin AEP-piilokonsolit, Peikko Groupin PCs-konsolit yhdessä PC-palkkikien kanssa sekä Lujabetonin LK-piilokonsolit. Näiden konsoleiden liitosdetaljikuva löytyvät liitteestä 1. Teräksiset piilokonsolit muodostuvat yleensä pilariin valmistusvaiheessa valettavasta pilariosasta, palkin päähän valmistusvaiheessa valettavasta palkkiosasta ja näiden liitoksen varmistavista osista. Teräksisiä konsoleita käytettäessä on erityistä huomiota kiinnitettävä kylmien pysäköintirakennusten tuomalle sääräsitukselle. Tällöin teräskonsoli pääsee altistumaan korroosiolle, joka täytyy huomioida materiaalivahvuuden kasvattamisena sekä korroosiota estävillä pinnoitteilla teräsosissa.

Rakennusta suunniteltaessa tulee huomioida myös sortuman estäminen. Monikerroksisissa rakennuksissa tulee jatkuva sortuminen estää, jonka takia rakennuksen jokainen välipohja ja yläpohja sidotaan rakenteen ympäri kiertävillä rengassiteillä sekä toisiaan vastaan kohtisuorilla sisäpuolisilla siteillä, joilla varmistetaan pilareiden ja seinien luotettava liitos muuhun runkoon. Siteet mahdollistavat rakenteen toiminnan onnettomuustilanteessa monoliittisena eli yhtenäisenä, jolloin se kykenee

jakamaan onnettomuustilanteessa syntyviä kuormia usean rakenneosan kesken. Nämä sidejärjestelmät tulee suunnitella jatkuviksi ja ne tulee sijoittaa mahdollisimman lähelle välipohjien reunoja sekä pilari- ja seinälinjoja. Tämän takia palkkien ja pilareiden liitokset mitoitetaan normaalin kestävyuden määräävän kuormitusyhdistelmän lisäksi vetovoimakestävyydelle lasketulle sidevoimalle. (Rakenteiden vauriosietokyvyn varmistaminen onnettomuustilanteessa: RIL 201-4-2017, 42–43., 45.)

Muutamia erilaisia liitosvaihtoehtoja on esitetty työn liitteessä 1 olevissa detaljikuivissa.



- |   |  |
|---|--|
| 1 | Kuorilaatta  |
| 2 | Palkki liikuntasauimalinjalla                          |
| 3 | Tapit, koko ja tappijako erillisen suunnitelman mukaan |
| 4 | Tappien ympärillä liikevaran mahdollistava solumuovi   |

Kuva 8. Periaatepiirros yhdestä vaihtoehdosta tuelta putoamisen estämisen varmistamiseksi kuorilaattaliittorakenteessa liikuntasauaman kohdalla.

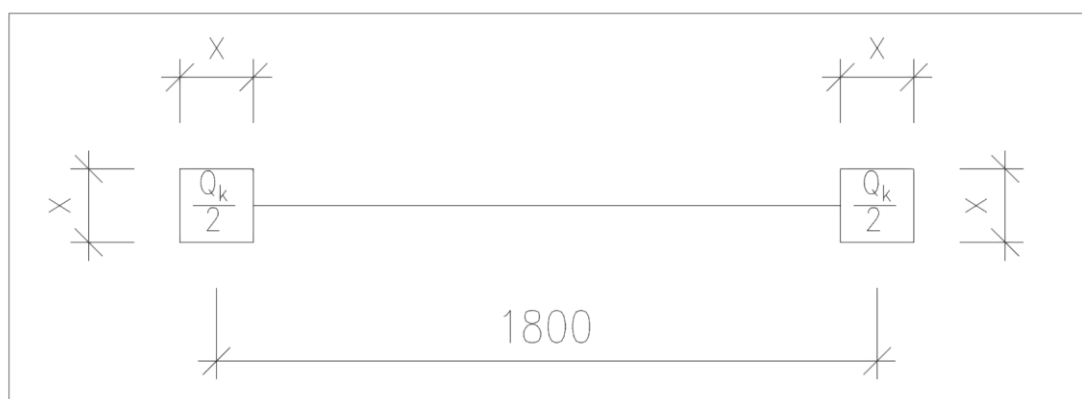
## 2.5 Rakennetyypit

Työhön on lisäksi kerätty esimerkkejä pysäköintirakennuksissa käytettävistä rakennetyypeistä. Nämä löytyvät työn liitteestä 2. Rakennetyyppikuvat ovat suuntaa antavia ja niitä käytettäessä tulee varmistua voimassa olevien määräysten täyttymisestä.

## 3 KUORMAT

Kuormia määrittäessä pysäköintilaitokseen on tärkeää määritellä mihin luokkaan pysäköintilaitos kuormien osalta kuuluu, sillä pysäköintilaitoksen mitoittamisessa on merkittäviä eroja sen mukaan, kuuluuko laitos luokkaan F vai luokkaan G. Näitä luokkia on esitelty Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat: RIL 201-1-2017 julkaisussa sivuilla 71–72. Lisäksi on huomioitava, että nämä liikennöintialueet on varustettava kuormakilvellä, sillä mikäli kilpeä ei ole, tulee alue mitoittaa taulukossa esitettyjen kuormien lisäksi myös telikuormalle, jonka suuruus on 190 kN. Tästä kerrotaan tarkemmin julkaisun sivulla 73 huomautuksissa.

Kuormakaaviona käytetään akselia (Kuva 9), jonka päissä on neliönmuotoiset kuormitusalueet. Näiden alueiden sivujen mitat määräytyvät rakennuksen tilojen luokkien mukaan. Akseliilta tulevat kuormat ovat ominaisarvoiltaan taulukossa 6.1S esitetyt kokonaiskuorma  $Q_k$  sekä tasainen kuorma  $q_k$ . Akselikuorma tulee sijoittaa rakenteeseen siten, että se aiheuttaa epäedullisimman vaikutuksen. (Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat: RIL 201-1-2017, 76.)



Kuva 9. Kuormituskaaviona käytettävän akselin mitat. Mitta  $x$  määräytyy rakennuksen tilan luokan mukaan. (Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat: RIL 201-1-2017, 76.)

Luokka F rajaa pysäköintialueen käytettäväksi vain kevyille ajoneuvoille, joiden kokonaismassa on maksimissaan 30 kN ja niissä on enintään 8 paikkaa kuljettajan lisäksi. Tämä voi rajoittaa pysäköintilaitoksen sallittujen ajoneuvojen ulkopuolelle esimerkiksi isommat paketti- ja lava-autot. Luokassa F käytetään kuormakaaviona akselia, jonka päissä olevien neliönmuotoisten alueiden sivujen mitat ovat 100 millimetriä.

Luokassa G pysäköinti on tarkoitettu keskiraskaille ajoneuvoille ja ajoneuvokuormat kasvavat merkittävästi. Tässä luokassa ajoneuvojen kokonaismassan ylärajana on 160 kN kahdella akselilla. Luokassa G akselin päissä olevien neliönmuotoisten alueiden sivujen mitat ovat 200 millimetriä.

Pysäköintirakennuksen kuormia määritettäessä tulee huomioida myös rakennuksen huollossa käytettävien ajoneuvojen, ylimmän tason lumenpoiston läjittämisen sekä pelastuskaluston aiheuttamat kuormat. Mahdollisesti käytettävä lumenpoistokalusto sekä lumenpoiston yhteydessä syntyvät lu-

mien läjityspaikat tulee selvittää tilaajalta ja huomioida tasojen mitoituksessa. Muun huolto- ja pelastuskaluston kannalta tulee myös huomioida nostolava- ja tikasautojen tukijalkojen aiheuttamat pistekuormat, mikäli näillä ajoneuvoilla on välttämätöntä päästä kohteeseen.

Suunniteltaessa pysäköintirakennusta suuremmille ajoneuvoille, kuin luokassa G on rajattu, tulee kuormana käyttää tasaista kuormaa, joka vastaa Liikenne- ja viestintäministeriön asetuksessa ajoneuvon käytöstä tiellä (1257/1992) muutoksessa 407/2013 asetettua ajoneuvomassaa. Pistekuormana käytetään tällöin asetuksen ajoneuvomassaa vastaavia teli-/akselikuormia. (Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat: RIL 201-1-2017, 72–73.,77.)

### 3.1 Pistekuormat

Pistekuormina pysäköintirakennuksissa, jotka katsotaan RIL 201-1-2017 taulukon 6.1S mukaan kuuluvan luokkaan F, käytetään 20kN ja portaissa 2 kN. Luokassa G Pistekuormana käytetään 90 kN ja portaissa F luokan kanssa samaa kuormaa 2 kN. (Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat: RIL 201-1-2017, 72.). Lisäksi aiemmin mainittujen huolto- ja pelastusajoneuvojen tukijalkojen aiheuttamat pistekuormat tulee huomioida tasojen mitoittaessa.

### 3.2 Tasainen kuorma

Tasaisten kuormien osalta pysäköintilaitoksen kuuluessa luokkaan F välipohjien kuormaksi katsotaan muodostuvan 2,5 kN/m<sup>2</sup> ja portaiden osalta 3,0 kN/m<sup>2</sup>.

Luokkaan G siirtyessä tasaiset kuormat kaksinkertaistuvat välipohjien osalta 5,0 kN/m<sup>2</sup>. Portaiden osalta kuormien ei katsota kasvavan ja tasainen kuorma pysyy niissä 3,0 kN/m<sup>2</sup>.

### 3.3 Törmäyskuormat

Pysäköintirakennuksessa tulee ottaa huomioon myös törmäyskuormat, jotka johtuvat tieliikenteessä käytettävistä ajoneuvoista.

Kun tutkitaan ajoväylien yläpuolella tai vieressä oleviin kantaviin rakenneseisiin kohdistuvia kuormia ajoneuvon törmäyksen seurauksena, mitoituskuormia on esitelty RIL 201-2-2017 julkaisun sivulla 107 olevassa taulukossa. Taulukossa on hyvä huomioida, että taulukossa mainitaan termin ”kuorma-auto” käytöstä kaikkiin ajoneuvoihin, joiden suurin bruttopaino on yli 3,5 tonnia. Mikäli pysäköintirakennukseen on mahdollista pysäköidä tällaisella ajoneuvolla, tulee se huomioida myös törmäyskuormia määrittäessä. Mitoituskuormista määrätään, että niiden on oltava vähintään taulukossa esitettyjen pihat ja autotallit luokan kuorma-autoa koskevien vaatimusten mukaiset, joten pienennyskerrointa ei käytetä pysäköintirakennusten törmäysmitoituksessa.

Pysäköintirakennuksen kuuluessa liikenneluokkaan ”pihat ja autotallit” käytetään alle 3,5 tonnisten ajoneuvojen pysäköintirakennuksissa liikenteen suuntaisena sekä liikenteen suuntaan kohtisuorana

törmäyskuormana 25 kN. Yli 3,5 tonnisten ajoneuvojen käyttämissä pysäköintirakennuksissa käytetään liikenteen suuntaisena sekä liikenteen suuntaan kohtisuorana törmäyskuormana 75 kN. Näissä kuormissa on huomioitava, ettei näiden voimien katsota vaikuttavan samanaikaisesti tarkasteltavaan rakenteeseen. Törmäyskuormien vaikutusalueen oletetaan olevan henkilöautoilla 500 mm korkeudella ajoradan pinnasta ja kuorma-autoilla vastaavana korkeutena oletetaan 500 mm-1500 mm ajoradan pinnasta. Henkilöautoilla törmäyskuorman vaikutusalueena pidetään 250 mm (k) x 1500 mm (l). Kuorma-autoilla tämä vaikutusalue katsotaan 500 mm (k) x 1500 mm (l) kokoiseksi. Molempien ajoneuvojen törmäyskuorman vaikutusalueen leveytenä voidaan käyttää myös rakenneosan leveyttä, mikäli se on alle 1500 mm. (Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat: RIL 201-2-2017, 107–108.)

Ajoväylän yläpuolella olevaan rakenteeseen katsotaan kohdistuvan liikenneluokassa ”pihat ja autotallit” 75 kN ekvivalentti staattinen mitoitukskuorma, mikäli rakenteen alla oleva vapaa korkeus on alle 6 m. Tässä liikenneluokassa mitoitukskuormaan ei käytetä pienennyskerrointa  $r_f$ . Kuorman katsotaan vaikuttavan normaalin liikenteen suuntaan, mutta kohtisuorat kuormat on otettava tarvittaessa huomioon. (Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat: RIL 201-2-2017, 109.)

Suomessa pysäköintirakennuksen törmäyسةsteinä toimivien suojakaiteiden ja -seinien mitoituksessa käytetään EN 1991-1-1 kansallista liitettä B. Liitettä käytetään kaikille suojakaiteille ja -seinille, jotka sijaitsevat ajoväylien välittömässä läheisyydessä niin, että niihin voidaan ajoneuvolla törmätä väylällä käytettävällä ajonopeudella. Liitteen B mukaan pysäköintitilojen suojaseinämän tai -kaiteen pitää kestää vaakasuora ominaiskuorma  $F$ , joka mitoitetaan kaavalla

$$F = 0,5mv^2 / (\delta_c + \delta_b)$$

missä

$m$	on ajoneuvon kokonaismassa [kg]
$v$	on ajoneuvon nopeus [m/s] seinämää tai kaidetta vastaan kohtisuoraan suuntaan
$\delta_c$	on ajoneuvon syntyvän painauman syvyys [m]
$\delta_b$	on kaiteeseen syntyvän taipuman syvyys [m]

Kaavan avuksi liitteessä on lisäksi taulukko L2 sivulla 84, jossa on esitetty arvoja, joita voiman  $F$  laskemisessa voidaan käyttää. Mikäli ajoneuvon kokonaismassa on maksimissaan 2500 kg, voidaan ajoneuvon massana  $m$  käyttää 1500 kg. Mikäli kokonaismassa on yli 2500 kg, käytetään ajoneuvon todellista massaa.  $\delta_c$  arvona voidaan käyttää tarkemman tiedon puuttuessa 0,1 metriä.

Ajoramppien kaiteet mitoitetaan kestäväns puolet tämän kaavan kuormasta. Yli 20 metriä pitkien alaspäin menevän liikenteen rampin päässä oleva kaide mitoitetaan kuormalle, joka lasketaan yli 2500 kilon kokonaismassalle lasketusta törmäyskuormasta kertomalla se kahdella. Molempien kaiteiden mitoituksessa törmäyksen vaikutuskorkeutena käytetään 610 mm ajoradan pinnasta.

Niille kaiteille ja seinille, joihin voidaan törmätä pysäköintitilanteessa, käytetään luokan F tiloissa vähintään 5 kN ja luokan G tiloissa vähintään 25 kN törmäyskuormaa. (Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat: RIL 201-1-2017, 72–73., 84.)

## 4 JÄYKISTYSRATKAISUJEN PERIAATTEET

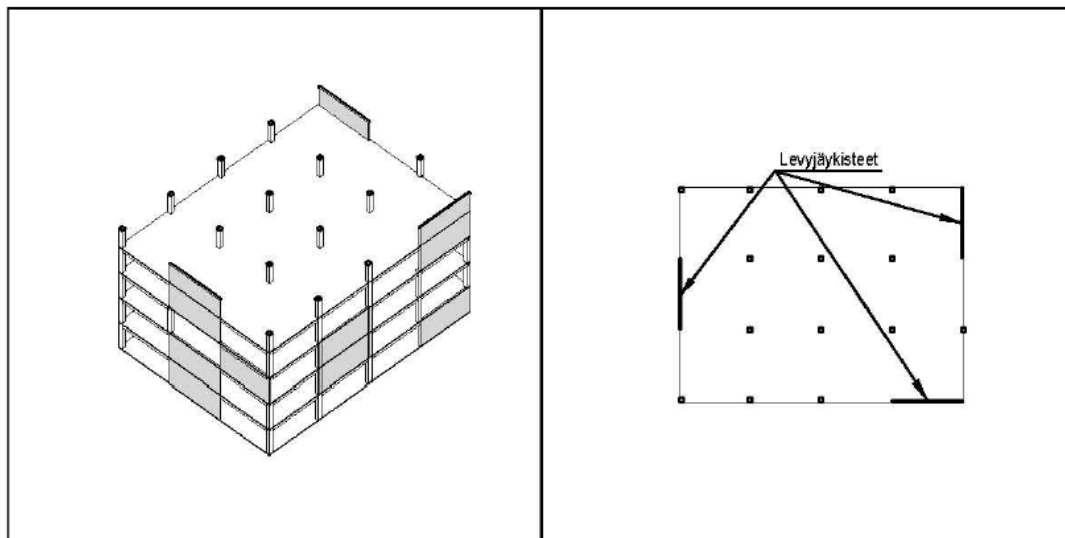
Pysäköintirakennus voidaan jäykistää jäykisteseinillä, vinojäykisteillä, mastojäykistyksellä, jäykistörneilla, kuten porrashuoneilla ja hissikuilurakenteilla sekä näiden menetelmien yhdistelmillä. Jäykistävien rakenteiden tehtävänä on siirtää rakennuksen vaakakuormat ja niistä tulevat rasitukset rakennuksen pystyrakenteita pitkin perustuksille ja maapohjaan. Jäykistysjärjestelmän valinnassa ja suunnittelussa on varmistuttava, että rakennuksen osien ja itse rakennuksen muodonmuutokset ja siirtymät pysyvät sallituissa rajoissa ja rakenne ei pääse kaatumaan. Jäykistävien rakenteiden kapasiteetti ei saa ylittyä missään kuormitustapauksessa ja jatkuva sortuma estetään ja rajoitetaan onnettomuustilanteessa. Alustavassa jäykistysuunnittelussa on selvitettävä liikuntasauvojen tarve sekä kuinka ne vaikuttavat jäykistysjärjestelmään, rakennuksen mahdollinen kiertymä sekä jäykistysjärjestelmän symmetrisyys. (Valjus 2010, BES 2010 Pilari-palkkirungon jäykistys ja liitosratkaisut, 2., 4.)

Rakennusvaiheessa on myös tärkeää huomioida asennusvaiheen jäykistys. Se täytyy tutkia jokaisessa erilaisessa tilanteessa ja tämän takia asennussuunnitelmissa täytyy olla väliaikaistuennan ohjeet. Jäykistyksen toteuttamisen lähtökohtana on ylimääräisten asennusaikaisten tuentojen välttäminen. Asennusjärjestys kulkee jäykistävistä rakenteista edeten näihin tukeutuvien rakenteiden jälkeen lopulta ei-kantaviin rakenteisiin. Asennusaikainen jäykistys ja jäykistävät rakenteet voivat poiketa lopullisesta järjestelmästä, esimerkiksi pilarit voivat toimia mastoina asennuksessa, vaikka lopullisessa rakenteessa ne eivät ota vastaan jäykistyksen rasituksia. (Betoniteollisuus Ry, Jäykistysjärjestelmät, 2010-02-18, 8.)

Jäykistyksen mitoituksessa yleisimpiä vaakakuormia ovat tuulesta, rakenteiden vinoudesta, epäkeskisyydestä sekä maanpaineesta syntyvät kuormat. Lisäksi voidaan tapauskohtaisesti tarkastella pitkäaikaismuodonmuutosten, kutistuman, viruman, jännevoimien, lämpötilan, nosturien, törmäysten ja jarrutusten sekä toisen kertaluvun aiheuttamat kuormat. (Betoniteollisuus Ry, Jäykistysjärjestelmät, 2010-02-18, 9.)

### 4.1 Jäykisteseinät

Rakennus voidaan jäykistää seinillä, jolloin ne toimivat levymäisenä rakenteena levyjäykistykseenä. Seinien sijoittaminen on melko vapaata, mutta sijoittamisessa on huomioitava pystykuormien siirtyminen perustuksille ja maapohjaan ja seiniä tulee olla sijoitettuna rakennuksen rungon molempiin suuntiin. Levyjäykisteenä toimivia seiniä tulee olla rakennuksessa vähintään 3 kappaletta, eivätkä niiden akselit saa leikata toisiaan. Jäykistystavan hyviä puolia on jäykkä rakenne, jossa siirtymät pysyvät pieninä, sekä sisätilojen ylimääräisten rakenteiden puute. Huonoina puolina voidaan pitää vaatimuksia ja rajoituksia asennusjärjestykselle sekä voimia siirtävien liitosten mahdollisesti hankalaa toteutusta, mikäli levyrakenteita on vähän. (Betoniteollisuus Ry, Jäykistysjärjestelmät, 2010-02-18, 20.)

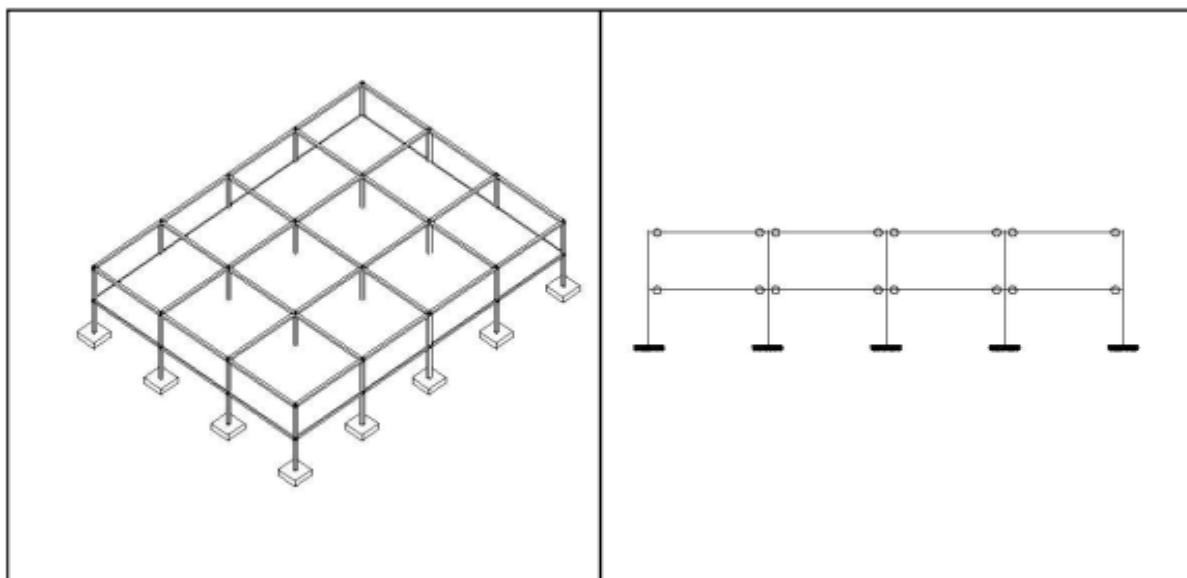


Kuva 10. Levyjäykistämisen periaate. (Betoniteollisuus Ry, Jäykistysjärjestelmät, 2010-02-18, 20.)

## 4.2 Mastojäykistys

Mastojäykistykseen voidaan katsoa sisältyvän kolme eri mastojäykistystyyppiä: mastopilari-, mastoseinä- ja jäykistetornit, jotka muodostavat maston.

Mastopilarijäykistyksessä mastopilarit ovat kiinni alapäästään jäykällä liitoksella perustuksiin ja toimivat näin vaakakuormia vastaan jäykistävänä rakenteena. Jäykät tasorakenteet siirtävät vaakakuormat jäykistäville pilareille. Palkkien ja pilareiden väliset liitokset siirtävät vaakakuormia, mutta ovat kuitenkin nivelellisiä liitoksia. Mastopilarijäykistys on taloudellisesti ja siirtymien hallinnan kannalta sopiva mataliin, 1-3 kerroksisiin rakennuksiin ja jäykistystyyppin käyttökelpoisuuden rajana pidetään noin 12 metriä. Mastopilarijäykistykseen etuja ovat valmistuksen ja asentamisen helppous, suurien yhtenäisten ja esteettömien lattiapintojen mahdollisuus, seinillä ei tarvita erillistä levy- tai sauvajäykisteitä sekä järjestelmän muuntojoustavuus. Järjestelmän huonoina puolina voidaan pitää suuria pilarikokoja verrattuna seinä- ja vinosidejäykistejärjestelmiin, pilareiden suurempaa raudoistustarvetta sekä perusanturoiden suurempaa kokoa. (Valjus 2010, BES 2010 Pilari-palkkirungon jäykistys ja liitosratkaisut, 17.; Betoniteollisuus Ry, Jäykistysjärjestelmät, 2010-02-18, 14.–15.)

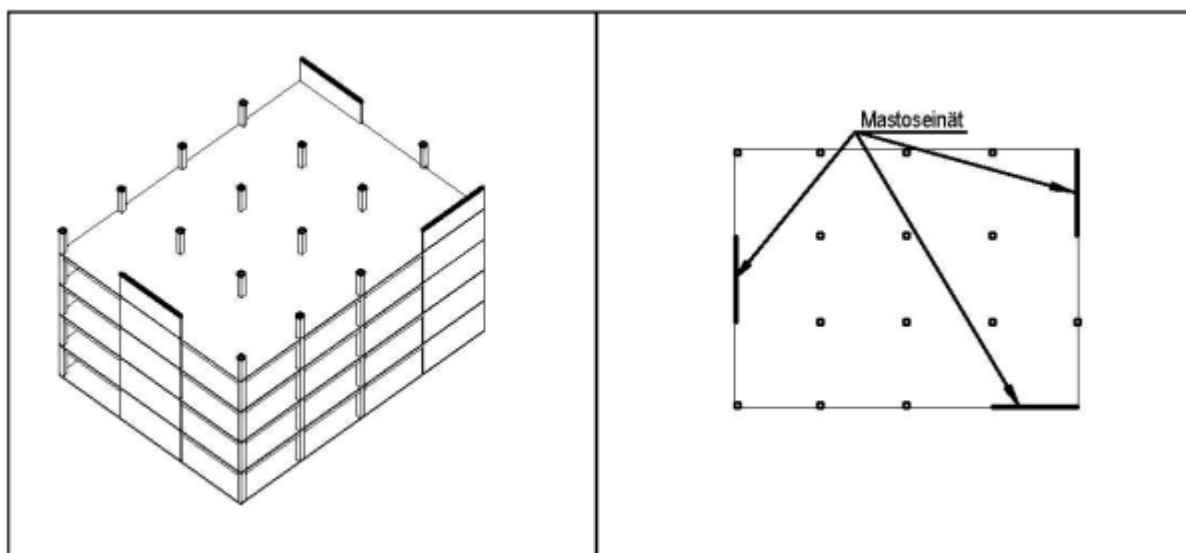


Kuva 11. Mastopilarijäykistyksen periaate. (Betoniteollisuus Ry, Jäykistysjärjestelmät, 2010-02-18, 14.)

Mastoseinäjäykistyksessä vaakakuormat siirtyvät pystyrakenteille, kuten mastopilarijärjestelmässä, eli jäykkänä levyinä toimivien tasojen välityksellä, mutta pilareiden sijaan järjestelmässä käytetään seinämastoja. Mikäli seinämastot kootaan seinäelementeistä, niiden vaaka- ja pystysaumot mitoiteetaan normaalivoimille ja leikkausrasituksille niin, että rakenne toimii yhtenäisenä. Perustusliitos voidaan toteuttaa joko jäykkänä tai masto voidaan kiinnittää ääripisteistään. (Betoniteollisuus Ry, Jäykistysjärjestelmät, 2010-02-18, 15.)

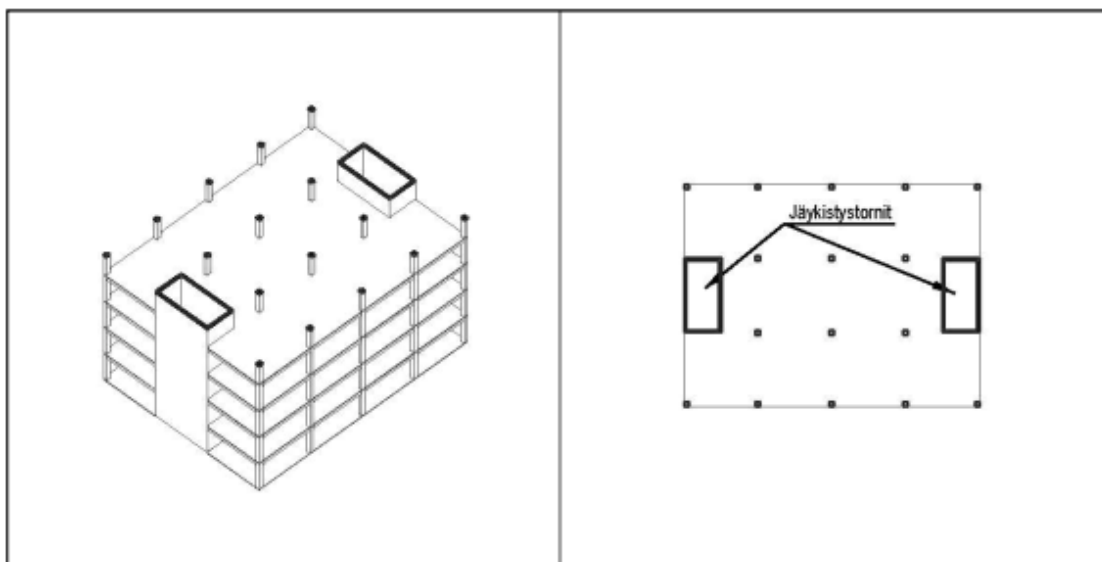
Mastoseiniä sijoittaessa tulee varmistua, että seinille tulee riittävät pystykuormat ja mastoseinä on puristettu kaikilla kuormitustapauksilla. Lisäksi sijoittelussa tulisi pyrkiä mahdollisen hyvään symmetriaan. Mikäli mastoseinään kohdistuu vetoa, tulee vetovoimat siirtää maapohjaan asti. Mastoseinien ankkurointia tulisi välttää. Vaakaleikkausvoimien siirtämisessä elementtisaumoissa voidaan käyttää kitkaa, vaarvoja, terästappeja tms. liitoksia. Pitkissä mastoseinissä tulee lisäksi tarve pystysaumoille elementtien koon rajoittamiseksi. Nämä saumat tulee mitoittaa pystyleikkausvoimille, jotta seinän osat toimivat yhtenäisenä rakenteena. Mastoseinien jäykkyys lasketaan todellisilla jäykkyyksillä, jossa otetaan huomioon seinän aukot. (Betoniteollisuus Ry, Jäykistysjärjestelmät, 2010-02-18, 16.)

Mastoseinäjärjestelmän hyviä puolia ovat muun muassa mahdollisuus mitoittaa muut pystyrakenteet nivelellisenä sekä jäykistekuormattomina, jolloin niiden koko säilyy pienempänä, soveltuvuus myös korkeisiin rakennuksiin, muiden pystyrakenteiden pysyminen yksinkertaisina niiden siirtäessä vain pystykuormia sekä pienet muodonmuutokset johtuen seinien suuresta jäykkyydestä. Huonoja puolia ovat aukotusten suurentunut raudoitustarve jäykisteseinissä sekä tasojen ja seinien välisten liitosten vaikeampi toteutus ja suurien vaakavoimien vaatimat raudoitusten, seinäkenkien ja saumaterästen merkittävät kapasiteetit jäykisteseinämäärän ollessa pieni ja seinäpituuden lyhyt. (Betoniteollisuus Ry, Jäykistysjärjestelmät, 2010-02-18, 17.)



Kuva 12. Mastoseinäjäykistysperiaate. (Betoniteollisuus Ry, Jäykistysjärjestelmät, 2010-02-18, 15.)

Jäykistetornien toimintatapa on hyvin samanlainen mastoseinien kanssa, eli ne toimivat ulokepalkkeina, jotka ovat kiinnitetty perustuksiin. Jäykistetornien mitoituksessa on otettava huomioon seinien liittymässä vaikuttava leikkausvoima, jotta rakenne toimii yhtenäisenä. Jäykistetornit soveltuvat käytettäviksi hyvin korkeissa rakennuksissa niiden erittäin suuren jäykkyyden ansiosta. (Betoniteollisuus Ry, Jäykistysjärjestelmät, 2010-02-18, 17.)



Kuva 13. Jäykistetornien periaate. (Betoniteollisuus Ry, Jäykistysjärjestelmät, 2010-02-18, 18.)

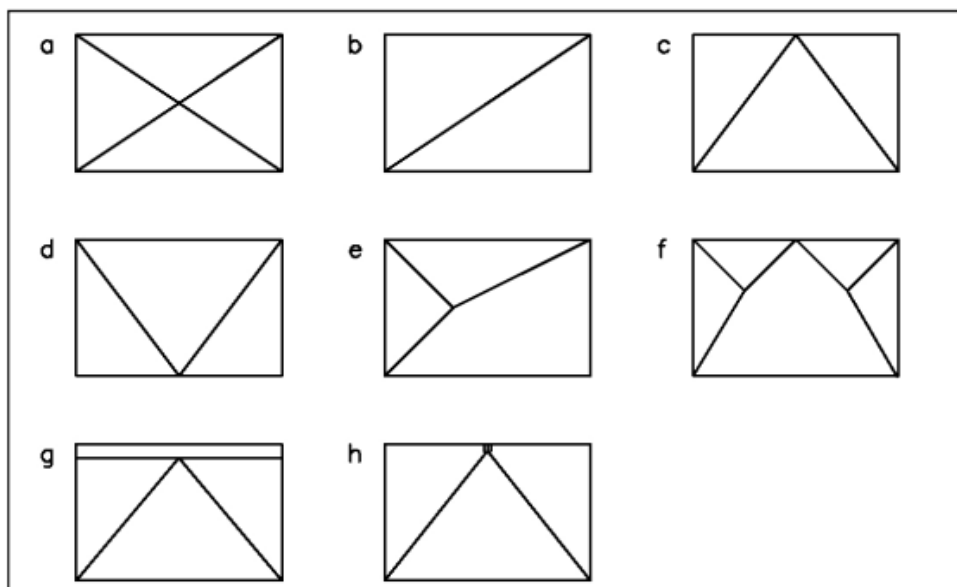
Lisäksi on mahdollista käyttää rakennuksen jäykistykseen erilaisia jäykistämistapojen yhdistelmiä, jolloin voidaan saavuttaa taloudellisesti sekä asennuksen ja työjärjestyksen näkökulmasta tehokkaampi ratkaisu, kuin yhtä järjestelmää käytettäessä. Levyjäykistystä voidaan käyttää rakennuksen alaosissa ja ylin kerros jäykistetään mastopilareilla. Toinen tapa on käyttää mastoseinä- tai kuilujäy-

kistystä yhdessä jäykisteristikon kanssa. Käytettäessä yhdistelmäjäykistystä on huomioitava eri jäykistystapojen erilaiset ominaisuudet, kuten jäykkyydet ja sen takia vaakakuormat on jaettava oikein eri jäykisteille. (Betoniteollisuus Ry, Jäykistysjärjestelmät, 2010-02-18, 23–25.)

#### 4.3 Vinosidejäykistys

Yksi pysäköintirakennuksissa yleisesti käytetyistä jäykisteratkaisuista on vinoside- eli ristikkojäykistys. Ristikkojäykistys muistuttaa toimintaperiaatteeltaan levyjäykistystä, mutta levyjen tilalla käytetään veto- ja/tai puristussauvoja. Ristikkojäykistystä voidaan toteuttaa kahdella erilaisella tavalla: tavalla, jossa jäykistysristikko on osa kantavaa rakennetta ja tapa, jossa ristikko on erillinen rakenteosa, jälkimmäisen ollessa huomattavasti harvinaisempi ratkaisu.

Ristikon ollessa osa kantavaa rakennetta, pilarit ja seinät toimivat ristikon paarteina ja ristikon diagonaalit ovat erillisinä toimivia jäykisteristikon osia. Erillisenä jäykisteristikkorakenteena toimiessa jäykistävä ristikko on yleensä ulkopuolelle sijoitettava kokonaisuus. Ne vaativat yleensä ankkuroinnin johtuen niihin siirtyvien pystykuormien pienyydestä. (Betoniteollisuus Ry, Jäykistysjärjestelmät, 2010-02-18, 21.)



Kuva 14. Erilaisia kantavan rakenteen osana toimivia ristikkoratkaisuja. (Betoniteollisuus Ry, Jäykistysjärjestelmät, 2010-02-18, 22.)

## 5 BETONIRAKENTEIDEN OMINAISUUDET

Betonirakenteita suunnitellessa täytyy betonirakenteet myös mitoittaa käyttäjälle. Käyttöikämitoituksen tärkeimpiä huomioitavia seikkoja ovat rakenteeseen kohdistuvat rasitukset ympäristöstä ja olosuhteista, joita varten betonirakenteelle määritetään rasitusluokat. Rasitusluokkien lisäksi betonirakenteessa täytyy huomioida rakenteen taipuma ja halkeilu, joka osittain aiheutuu rakenteen taipumista. Halkeilu mahdollistaa raudoituksen paljastumisen korroosiolle ja nopeuttaa betonin karbonatisoitumista. Käyttöiän vaatimuksia voidaan tarkastella taulukkomitointusperiaatteella tai laskennallisella menetelmällä. Taulukkomenetelmää voidaan käyttää, mikäli rakenteen suunnittelukäyttöikä on 50 tai 100 vuotta, ja näiden parametrien vähimmäis- ja enimmäisarvot määräytyvät rasitusluokittain. Laskennallista mitoitustapaa voidaan käyttää, kun rakenteen suunnittelukäyttöikä on 50–200 vuotta. (Suomen Betoniyhdistys 2016, by65, 21.)

### 5.1 Rasitusluokat ja kulutuksenkestävyys

Betonin rasitusluokat määritetään ympäristön rasitusten ja olosuhteiden mukaisesti. Rakenteiden kalliin ylityöittämisen ja valmistuksen turhan hankaloittamisen välttämiseksi tulisi tarpeettoman ankaria rasitusluokkia välttää. Pysäköintirakennuksen rasitusluokkien valintaan vaikuttaa muun muassa onko rakennus lämmin vai kylmä ja kuinka paljon liikennettä rakennuksessa on. Tärkeimmät tarkasteltavat rakenneosat ovat sisäänajorampin ylä- ja alapinta, pysäköintitasojen ja ajoramppien ylä- ja alapinnat, sateelle suojaamaton ylin taso sekä suojaamattomat pystypinnat sisääntuloväylien läheisyydessä.

Tärkeimmät rasitukset ympäristöstä pysäköintirakennuksen rakenteille muodostuvat klorideista ajoväylien suolauksen takia, vedellä kyllästymisestä johtuvasta jäätymis-sulamisrasituksesta kylmissä pysäköintitiloissa, liikenteen määrästä sekä betonin karbonatisoitumisesta. Näitä rasituksia vastaan tulee jäätymis-sulamisrasitukselle, karbonatisoitumiselle sekä kloridirasitukselle määrittää omat rasitusluokat rakennekohtaisesti. Näiden rasitusluokkien kuvaukset on kerätty tähän lukuun ja ne löytyvät taulukoista esimerkkirakenteineen. Lisäksi betonin kulutuksen kestävyyttä täytyy tarkastella liikennemäärien osalta ja varmistua riittävästä kestävydestä valitsemalla ominaisuuksiltaan oikeanlainen betoni ja tarvittaessa käyttötarkoitukseen sopiva pinnoite.

Karbonatisoitumisrasituksella mitataan karbonatisoitumisen nopeutta betonissa. Karbonatisoitumisessa betonin emäksisyys laskee ilman hiilidioksidin reagoiessa betonin kalsiumhydroksidin ja kalsiumsilikaattihydraatti-geelin kanssa. Kun neutraloitunut betonivyöhyke saavuttaa raudoituksen läheisyyden, alkaa betoniteräksiin muodostua korroosiota. Karbonatisoitumiselta suojassa olevat betoniteräksiset voivat altistua korroosiolle kloridien aiheuttaman rasituksen takia. Kloridirasitusluokat on jaettu kahteen osaan, kloridirasitus, jossa kloridit ovat peräisin merivedestä (XS-luokka) ja kloridirasitus, jossa kloridit ovat peräisin muualta kuin merivedestä (XD-luokka). Jäätymis-sulamisrasitus aiheuttaa betonin rapautumista, lujuuden menetystä, tilavuuden kasvamista sekä läpäisevyyden lisääntymistä ja sen aiheuttamat rasitukset kuuluvat XF-luokkiin.

<b>Rakenneosa</b>	<b>Rasitusluokkayhdistelmät kylmässä pysäköintitalossa</b>	<b>Rasitusluokkayhdistelmät lämpimässä pysäköintitalossa</b>
Tasojen ja ramppien alapinnat	XC3; XF1	XC3
Seinät ja pystyrakenteet rakennuksen sisällä	XC3; XF1	XC3
Seinät ja pystyrakenteet ajoramppien reunalla	XC3; XF2; XD1	XC3; XF2; XD1
Tasot ja ajorampit rakennuksen sisällä	XC3, XC4; XF2; XD1	XC3; XD1
Ylin taso, sateelle alttiina	XC4; XF2; XD1	XC4; XF2; XD1
Sisäänajorampit ja tasot 30m etäisyydellä sisääntulosta	XC3, XC4; XF2; XD2	XC3, XC4; XF2; XD2

Taulukko 1. Betonin valinta ja käyttöikäsuunnittelu – Opas suunnittelijoille 2016 by68 julkaisussa esitellyt rasitusluokkayhdistelmät pysäköintirakennuksen eri rakenneosille. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, by68, 62.)

Tasojen ja ramppien rasitukseen vaikuttaa erityisesti niiden sijainti. Mikäli tasot ovat sisäänajon läheisyydessä, vaikuttaa niihin samat rasitusluokat, kuin sisäänajoramppiinkin. Sisäänajorampissa auton renkaiden mukana kulkeutuvan lumen, jään ja veden seurauksena sekä kattamattomissa rampeissa lisäksi vesisateiden tuomasta vedestä syntyy ajoittaista kastumista. Lisäksi sisäänajoramppia voidaan suolata. Mikäli ramppi on runsaasti liikennöity, on sen vedelläkyllästymisaste suurempi, kuin vähän liikennöidyllä rampilla, joka pääsee kuivumaan nopeammin. Tämä vaikuttaa erityisesti kylmien pysäköintirakennusten sisäänajoramppeihin, sillä niihin vaikuttaa jäätymis-sulamisrasitus karbonatisoitumis- ja kloridirasituksen lisäksi. Sisääntulosta 30 metrin etäisyyttä pidetään by68 julkaisussa rajana, jonka jälkeen tasoihin kohdistuu pienempi kloridirasitus ja lämpimissä pysäköintitaloissa jäätymis-sulamisrasitusta ei enää tapahdu. Myös rampeissa kloridirasitus pienenee rampin sijaitessa sisätiloissa ja jäätymis-sulamisrasitus poistuu lämpimissä rakennuksissa. Ylimmän tason rasitukseen vaikuttaa eniten tason kate ja sijaitseeko se lämpimässä vai kylmässä tilassa. Mikäli se on katettu, on sen vedelläkyllästymisaste pienempi ja täten sen jäätymis-sulamisrasitus pienempi. Lisäksi kattamattoman, sateelle alttiin tason karbonatisoitumisen rasitusluokka muuttuu jaksoittain kastuvaan ja kuivuvaan rakenteeseen.

Pystyrakenteiden osilta lämpimissä rakennuksissa sisätilojen rasitukseksi jää vain karbonatisoituminen ja kylmissä rakennuksissa näihin vaikuttaa lisäksi jäätymis-sulamisrasitus. Ajoramppien vieressä oleviin pystyrakenteisiin vaikuttaa ajorampista tulevien kloridi- ja vesiroiskeiden aiheuttamat lisärasitukset. Näiltä rasituksilta voidaan kuitenkin välttyä ja käyttää samoja rasitusluokkia sisätiloissa olevien pystyrakenteiden kanssa, mikäli ajoramppien viereiset pystyrakenteet suojataan 0,5 metrin korkeudelle. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, by68, 62.)

Luokka	Kuvaus	Esimerkkirakenteet
<b>XC1</b>	Kuiva tai jatkuvasti märkä rakenne. Luokan rakenteiden teräkset ruostuvat hyvin hitaasti mahdollisesta nopeasta karbonatisoitumisesta huolimatta.	Kuivissa sisätiloissa olevat rakenteet ja vedenalaiset rakenteet, kerroksellisen seinärakenteet sisäkuori.
<b>XC2</b>	Rakenteet, jotka ovat kosteita ja harvoin kuivia. Rakenteet ovat pitkiä aikoja veden kanssa kosketuksissa. Tämä luokka eroaa XC1-luokasta siten, että tässä luokassa rakenteiden on mahdollista ajoittain myös kuivua.	Useimmat perustukset.
<b>XC3</b>	Kosteassa ympäristössä olevat rakenteet. Tämän luokan rakenteet eivät kuitenkaan kyllästy vedellä missään vaiheessa. Karbonatisoitumisen kannalta pahimmat olosuhteet. Koska rakenne ei kyllästy vedellä, ei tähän rakenteeseen aiheudu pakkasrasitusta.	Sateelta suojatut julkisivut sekä sateelta suojattujen rakenteiden tai vaakasuorien rakenteiden alapinnat.
<b>XC4</b>	Rakenteet, jotka ovat kosketuksissa veden kanssa, mutta eivät kuulu luokkaan XC2. Tässä luokassa rakenne kuivuu ja kastuu jaksoittain. Tämän luokan rakenteet altistuvat pakkasrasitukselle, joka tulee huomioida huokostamalla käytettävä betoni.	Sateelle alttiit julkisivut, sokkelit sekä parvekeläät.

Taulukko 2. Karbonatisoitumisen aiheuttamat betoninrasitusluokat, XC-luokat. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016. by68, 17.)

Luokka	Kuvaus	Esimerkkirakenteet
<b>XD1</b>	Rakenne on kohtalaisen kosteassa ympäristössä ja rakenteeseen kulkeutuu ilmavirran mukana kloridipitoisia aineita.	Tien vieressä sijaitsevat meluseinät sekä uimahallien sisätilat.
<b>XD2</b>	Rakenteet ovat kosteita, harvoin kuivia ja lisäksi suorassa kosketuksessa kloridipitoisen nesteen kanssa.	Uima-altaat sekä rakenteet, joita rasittaa kloridipitoiset teollisuusvedet.
<b>XD3</b>	Rakenne on altis suolaroiskeille. Rakenne on ajoittain märkänä, mutta pääsee myös välillä kuivamaan. Suolajen kerääntymisen kannalta pahimmat olosuhteet.	Pysäköintitasot, lämmitetyt pysäköintilaitokset ja autotallit sekä siltojen tie-suoloille alttiit rakenteet.

Taulukko 3. Kloridien aiheuttamat betoninrasitusluokat, kun kloridi on peräisin muualta kuin merivedestä, XD-luokat. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016. by68, 19.)

Luokka	Kuvaus	Esimerkkirakenteet
<b>XS1</b>	Rakenne sijaitsee avomeren rannalla, maksimietäisyys merestä voi olla 200m. Mikäli merialueen ja rakenteen välillä on esteitä, voi etäisyys olla lyhempikin rakenteen silti kuulumatta kyseiseen luokkaan.	Avomeren äärellä sijaitsevat satamarakennukset.
<b>XS2</b>	Rakenne on jatkuvassa kosketuksessa kloridipitoisen veden kanssa.	Siltojen ja laitureiden merivedenalaiset osat.
<b>XS3</b>	Rakenne on alttiina merivesiroiskeille tai vedenpinnan vaihtelulle.	Merirakenteiden ja siltojen välituet.

Taulukko 4. Kloridien aiheuttamat betoninrasitusluokat, kun kloridi on peräisin merivedestä, XS-luokat. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016. by68, 19.)

Luokka	Kuvaus	Esimerkkirakenteet
<b>XF1</b>	Jäätymiselle alttiina olevat rakenteet, jotka kastuttuaan pääsevät myös kuivamaan kohtuulisen nopeasti. Rakenne ei ole alttiina jäänsulatusaineille.	Julkisivut ja sokkelit.
<b>XF2</b>	Samanlaiset rakenteet kuin XF1 luokassa, mutta ne ovat alttiina lisäksi ilman kuljettamille jäänsulatusaineille.	Meluseinät ja sokkelit tien vieressä, suolattavien siltöjen kansilaatat ja päällysrakenteiden palkit.
<b>XF3</b>	Rakenne on jäätyessään vedelläkyllystymisasteeltaan korkea, eli se ei ole kastuttuaan päässyt juurikaan kuivamaan. Rakenne ei ole alttiina jäänsulatusaineille.	Parvekkeet, siltapilarit, rakenteet sisävesien vesirajassa.
<b>XF4</b>	Vastaavanlaiset rakenteet kuin XF3 luokassa, mutta rakennetta rasittaa lisäksi suorat jäänsulatusaineroiskeet.	Vaakasuurat betonipinnat, jäänsulatusaineille alttiit siltöjen kannet.

Taulukko 5. Jäätymis-sulamirasituksen betonirasitusluokat, XF-luokat. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016. by68, 22.)

Olosuhderasitusten lisäksi on rakenteissa, erityisesti pysäköintitasoina toimivissa rakenteissa, tarkastettava myös kulutuksen kestävyyttä. Kulutuksenkestävyyden kannalta pysäköintirakennuksissa haastavaksi tilanteen tekee pakkas- ja suolarasitukset. Kulutuksenkestävyyden varmistamiseksi on by68 julkaisussa esitelty eri menetelmiä pysäköintirakennuksen käytöstä ja alueista riippuen. Kulutusrasitus voidaan ottaa huomioon muun muassa silikaattikäsittelyllä, erilaisilla sirotepinnoitteilla, kovabetonilla tai lisäämällä rakenteeseen kulumisvara.

Silikaattikaattikäsittely on menetelmä, jossa betonilattiaan imeytetään silikaattia, joka betonin kalsiumhydroksidin kanssa reagoiessaan tekee lattiasta tiiviimmän epäpuhtauksia vastaan, vähentää pölyämistä sekä kasvattaa lattian kulutuksen kestävyyttä.

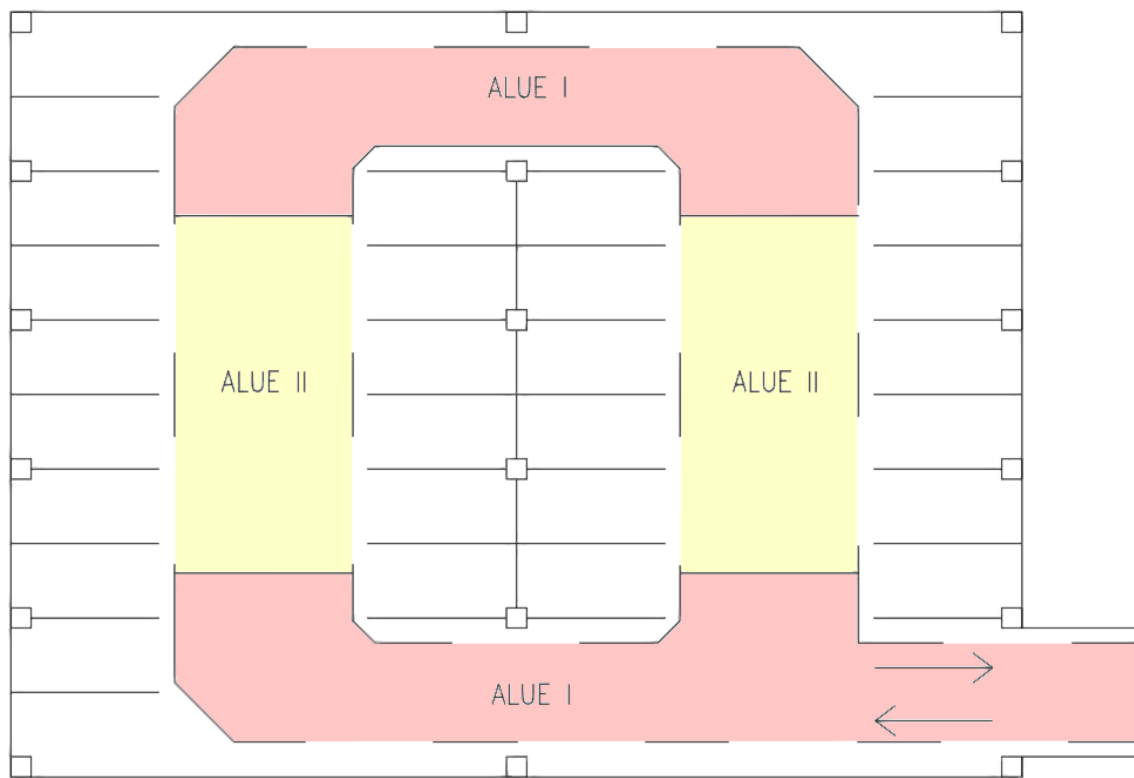
Sirotepinnoitemenetelmässä tuoreen betonin pintaan kiinnihierretään muutaman millimetrin paksuinen kerros sementistä sekä kovista kiviainespartikkeleista koostuvaa sirotetta. Sirotepinnoitteessa on tärkeää betonin koostumus, sillä mikäli betonin ilmamäärä on korkea ja vesi-sementtisuhde matala, voi pinnoitteen tarttuvuus olla huono.

Kovabetonointi menetelmässä lattian pintaan valetaan 8-15 mm paksuinen pintabetonikerros, jossa käytetään erikoissementtiä ja kovia kiviaineksia sisältävää betonimassaa. Kovabetoni voidaan valaa joko tuoreen betonin tai jo kovettuneen betonin päälle ja sen lujuus on yli 90 MPa.

Kulutuskestävyys voidaan varmistaa myös lisäämällä rakenteeseen kulutusvaraa. Tätä menetelmää käytettäessä on kulumisvara suunniteltava tapauskohtaisesti, mutta suosituksena ajoväylille on 30–40 mm ja muualla noin 20 mm kulutusvara. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016. by68, 65.)

Pysäköintirakennuksen tasot on jaettu kolmeen osaan:

- Alue I: Kova kulutusrasitus
  - o ajorampit
  - o mutkat
  - o puomialueet
- Alue II: Kohtuullinen kulutusrasitus
  - o suorat ajoalueet
- Alue III: Muut alueet
  - o pysäköintiruudut
  - o ei-liikennöidyt alueet. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016. by68, 64.)



Kuva 15. by68 julkaisun mukaiset pysäköintitason kulutusrasitusalueet. Alueiden I ja II ulkopuolelle jäävät alueet kuuluvat alue III:een. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016. by68, 64.)

By68 Betonin valinta ja käyttöikäsuunnittelu – Opas suunnittelijoille 2016 julkaisussa on käsitelty suositeltavia menetelmiä pysäköintirakennuksen tasojen kulutuskestävyyden varmistamiselle taulukossa 21 sekä tämän työn taulukossa 6. Taulukossa on jaettu pysäköintirakennukset tyypeittäin, joista yksityiseen pysäköintitaloon kuuluu esimerkiksi asuintalon tai yrityksen pysäköintirakennus ja julkisiin pysäköintitaloihin esimerkiksi kauppakeskusten ja virastojen pysäköintirakennukset sekä muut vapaa pääsyiset pysäköintirakennukset.

	<b>Yksityinen pysäköintitalo</b>	<b>Julkinen pysäköintitalo</b>	<b>Julkinen pysäköintitalo, runsaasti liikennöidyt</b>
Alue I	<i>Luokka 2</i> - Sirotepinnoite, A8 - Silikaattikäsittely - Betonipinta (uusi-misväli n. 25v.)	<i>Luokka 1</i> - Sirotepinnoite, A5 tai A8 - Silikaattikäsittely - Betonipinta (uusi-misväli 10–25 v.)	<i>Luokka 1</i> - Sirotepinnoite, A3 - Kovabetoni, A5
Alue II	<i>Luokka 2</i> - Silikaattikäsittely - Betonipinta (uusi-misväli n. 25v.)	<i>Luokka 2</i> - Sirotepinnoite, A8 - Silikaattikäsittely - Betonipinta (uusi-misväli n. 25v.)	<i>Luokka 1</i> - Sirotepinnoite, A5 - Kovabetoni, A8 - Silikaattikäsittely - Betonipinta (uusi-misväli n. 25v.)
Alue III	<i>Luokka 3</i> - Betonipinta (uusi-misväli n. 25v.)	<i>Luokka 2</i> - Silikaattikäsittely - Betonipinta (uusi-misväli n. 25v.)	<i>Luokka 2</i> - Sirotepinnoite, A8 - Silikaattikäsittely - Betonipinta (uusi-misväli n. 25v.)

Taulukko 6. Suositeltuja menetelmiä pysäköintitasojen ja ramppien kulutuskestävyyden varmistamiseksi by68 ja by45 julkaisujen mukaisesti. Menetelmät on lueteltu suositeltavuuden mukaan. Kursivoidulla tekstillä oleva luokka on by45 Betonilattiat 2014 julkaisussa esiteltävä kulutuskestävyysluokka. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016. by68, 65.)

Taulukossa mainittu betonipinta tarkoittaa konehierrettyä ja koneella tai käsin liipattua betonipintaa. Tällä pintavaihtoehdolla on huomioitava olosuhterastusten aiheuttamat huokostusvaatimukset, jotka huonontavat kulutuksenkestävyyttä betonilla. Betonipinta joudutaan uusimaan tai korjaamaan 10–25 vuoden välein kulutuksesta syntyvästä rasituksesta riippuen. Sirotepinnoitteiden ja kovabetonin kohdalla on mainittu kulutuskestävyysluokka, jota merkitään A tunnuksella. Nämä luokat on EN 13813:2002 tuotestandardin mukaiset ja ne esitetään tuotteiden suoritusasoilmoituksissa (DoP). (Suomen Betoniyhdistys ry 2016. by68, 65.)

Erilaisia sirotepinnoitetuotteita ovat muun muassa Semtu Oy:n SemQuartz-kuivasirotteet, Basfom valmistamat MasterTop-kuivasirotteet, Bermanto Oy:n myymät Neodur-kuivasirotteet sekä Fesconin Fescotop lattiasirotteet.

## 5.2 Liikuntasauamat

Liikuntasauvoja käytetään betonirakenteissa virumasta, kutistumisesta ja lämpöliikkeistä johtuvien rasiusten hallintaan, niiden siirtymisen estämiseen sekä niistä aiheutuvien liikkeiden mahdollistamiseen sauman molemmin puolin. Jokainen liikuntasau maväli suunnitellaan siten, että niissä olevat rakenteet jäykistävät koko saumojen väliin jäävän rakennusosan ja täten nämä rakennusosat toimivat omina jäykistävinä rakennusosinaan.

Liikuntasauvojen yleisohjeena annetaan eurokoodissa EC2 osan 1-1 kansallisessa liitteessä kohdassa 2.3.3 "Talorakenteissa lämpötilan ja kutistumisen vaikutukset voidaan jättää huomiotta kokonaistarkastelussa, mikäli rakenne varustetaan liikuntasauvo in, jotka mahdollistavat siirtymien syntymisen. Liikuntasau maväli  $d_{joint}$  suunnitellaan aina erikseen, erityisesti perustamistapa huomioon ottaen." (Betonirakenteiden suunnitteluohje: RIL 202–2011/by 61, 131.) Taulukossa 7 on esitetty RIL 202–2011/by 61 julkaisun mukaiset talorakententeiden liikuntasau mavälien enimmäispituudet. Näiden lisäksi on syytä tarkastella rakenneosien mahdollisesti lyhyempi liikuntasau mavälien vaatimus. Betoniteollisuus Ry:n Elementtisuunnittelu.fi sivustolla mainitaan kuitenkin Suomessa käytettävien liikuntasau mavälien olevan perinteisesti pidempiä. Sivujen mukaan rakennuksen pituuden ollessa yli 60 metriä tulee rakennus jakaa liikuntasauvo in osiin. Liikuntasau mavälit on jaettu perustustavan mukaan ja ne on kerätty taulukkoon 8.

Rakenteen tyyppi	Liikuntasau maväli korkeintaan
Lämmitetyt rakenteet, paikallavalurakenne	25 metriä
Lämmitetyt rakenteet, elementtirakenne	40 metriä
Kylmä rakenne, paikallavalurakenne	13 metriä
Kylmä rakenne, elementtirakenne	20 metriä

Taulukko 7. Talorakenteissa käytettyjen rakenteiden liikuntasau mavälien maksimipituudet. (Betonirakenteiden suunnitteluohje: RIL 202–2011/by 61, 18.)

Perustustapa	Liikuntasau maväli
Kalliolle perustettu rakennus	30–50 metriä
Kantavalle maapohjalle perustettu rakennus	40–60 metriä
Paaluperustettu rakennus	40–60 metriä

Taulukko 8. Elementtisuunnittelu.fi sivustolla esitetyt liikuntasau mavälit perustustapojen mukaan. Kylmissä rakennuksissa mitat puolitetaan. (Elementtisuunnittelu.fi c.)

Erilaisia liikuntasauvalaitteita ovat muun muassa Semtun SemJoint WP, Peikko Groupin Optimajoint ja Terajoint järjestelmät sekä Migua liikuntasauvalaitteet.

### 5.3 Pintaratkaisuvaihtoehdot

Pysäköintirakennuksen tasojen päällysteitä valittaessa on otettava huomioon päällysteen puhtaana pidon helppous, rengasnastojen aiheuttaman mekaanisen kulutuksen kestävyys, niiden soveltuvuus jalankulkualueille sekä hyvän pidon pysyminen silloinkin, kun päällyste on märkää. (RT 98–11237, Pysäköintilaitokset, © Rakennustietosäätiö RTS 2016, 13.) Lisäksi pinnoitteita valittaessa tulee ottaa huomioon niiden pakkasen- ja suolankestävyys, pölynsidontakyky sekä uusittavuus.

Mikäli pysäköintirakennuksen tasojen pintoja jätetään betonipinnalle, voidaan näiden pintojen pölyämistä rajoittaa minimoimalla betonin erottuminen valitsemalla tähän soveltuva betoninkoostumus sekä tason toteutustapa sekä varmistamalla tason betonille riittävän pitkä jälkihoitoaika. Pintaan voidaan levittää pölynsidonta-aine tai pinta voidaan käsitellä silikaattikäsitteilyllä. (Suomen Betoniyhdistys 2014, Betonilattiat 2014 by45, 28.)

Lattioille kulutuksen kestävyysluokka määräytyy by45 julkaisun mukaan pysäköintirakennuksissa luokaksi ”suuret rasitukset”. Päällystettävän pinnan lujuusvaatimus vetolujuudelle suurien rasitusten luokkaan kuuluvalla pysäköintirakennuksella on by45 julkaisussa ilmoitettu 2 N/mm<sup>2</sup>. Tällä vetolujuudella tarkoitetaan betoni- tai tasoitekerroksen pinnan kohtisuoraa vetolujuutta, jolla varmistetaan riittävä lujuus myös pinnoitettavien lattioiden betonipinnassa. (Suomen Betoniyhdistys 2014, Betonilattiat 2014 by45, 35., 37.)

### 5.4 Taipumat ja halkeilu

Taipumatarkastelua tehdään rakenteille, jotta varmistutaan niiden oikeanlaisesta toiminnasta jokaisessa tilanteessa. Taipumia ja rakenneosien siirtymiä rajoitetaan paitsi rakenteen toiminnan takia, myös ulkonäöllisistä seikoista ja rakenteeseen liittyvien muiden rakenteiden takia. Rajoittamalla taipumaa, ehkäistään myös betonin halkeilua ja sitä kautta rakenteen käyttöikä paranee betonin karbonisoitumisen ja raudoitteiden korroosion mahdollisuuden pienentyessä.

Betoniteollisuuden julkaisemassa ”Betonirakenteiden suunnittelu eurokoodin mukaan” opassarjan taipumaa käsittelevässä osassa 8 todetaan, ettei Eurokoodi EN 1992-1-1 anna selkeää ohjetta hyväksyttävillä taipumilla tai kuormitusyhdistelmälle, jossa taipumaa tulisi tarkastella. Yleisenä ohjeena Eurokoodissa EN 1992-1-1 on todettu, että palkkien, laattojen ja ulokkeiden taipuman ylittäessä pitkäaikaisilla kuormilla  $L/250$  ( $L$  = rakenteen jännemitta) on rakenteen ulkonäkö ja käyttökelpoisuus heikentynyt. Taipumille herkkien rakenteiden osalta taipuma tulee rajoittaa  $L/500$ , jotta rakenteen toiminta ei vaarannu. (eurocodes.fi)

Taipumia voidaan rajoittaa arvioimalla taipuman määrää laskennallisesti ja tekemällä rakenteeseen näiden perusteella muutoksia, kuten tekemällä rakenteeseen esikorotusta tai muuttamalla sen paksuutta. Esikorotuksella ei kuitenkaan voida poistaa kaikki taipumisen aiheuttamia haittoja, vaan se vaikuttaa eniten ulkonäöllisiin seikkoihin.

Palkkien ja laattojen taipumia voidaan rajoittaa jännemitan ja korkeuden suhteen avulla. Näiden rakenteiden taipuman katsotaan olevan sallituissa rajoissa, jos rakenteen jännemitan ja tehollisen korkeuden suhde on pienempi, kuin Betoniyhdistyksen julkaisun by211 osan 1 sivulla 224 esitettyjen kaavojen 29/5.10a ja 29/5.10 b mukaan lasketut arvot.

Kaava 29/5.10 a, käytetään jos  $\rho \leq \rho_0$ :

$$\frac{L}{d} = K \left[ 11 + 1,5 \sqrt{\frac{f_{ck}}{MPa} \frac{\rho_0}{\rho}} + 3,2 \sqrt{\frac{f_{ck}}{MPa} \left( \frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{\frac{3}{2}}} \right]$$

Kaava 29/5.10 b, käytetään jos  $\rho > \rho_0$ :

$$\frac{L}{d} = K \left[ 11 + 1,5 \sqrt{\frac{f_{ck}}{MPa} \frac{\rho_0}{\rho - \rho'}} + \frac{1}{12} \sqrt{\frac{f_{ck}}{MPa} \left[ \frac{\rho'}{\rho_0} \right]} \right]$$

missä

K	rakennejärjestelmän huomioiva kerroin, kts. taulukko 6
$\rho_0$	$10^{-3} \sqrt{\frac{f_{ck}}{MPa}}$ raudoitussuhteen vertailuarvo
$\rho'$	puristusraudoitussuhde
$\rho$	raudoitussuhde

Kaavoissa raudoituksen jännitykseksi on arvioitu 310 MPa, kun tarkastellaan käyttörajatilan pitkäaikaisista kuormitusyhdistelmää. Tämän katsotaan vastaavan likimain ominaislujuudeltaan 500 MPa:n raudoituksen jännitystä sen ollessa täysin hyväksikäytetty. Muuta jännitystasoa käyttäessä voidaan kaavasta saatua L/d suhdetta korjata julkaisun sivun 225 kaavalla 30/5.10. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, by211, 224–225.)

Rakennejärjestelmä	K
Vapaasti tuettu palkki	0,8
Jatkuvan palkin reunakenttä	1,0
Jatkuvan palkin keskikenttä	1,2
Uloke	0,3

Taulukko 9. Kertoimen K arvoja eri rakennejärjestelmille. (Betoniyhdistys 2013, 225.)

Rakenteen säilyvyyden ja oikeanlaisen toiminnan kannalta on tärkeää, että betonissa tapahtuvaa halkeilua hallitaan ja halkeamaleveydet pysyvät riittävän pieninä. Halkeilua voidaan hallita suunnitellulla, betonin koostumuksella sekä oikeanlaisella betonin jälkihoidolla. Halkeamia syntyy monista eri syistä ja lisäksi halkeamien syntyminen on myös ajasta riippuvaista. Yksi yleisimmistä betonin halkeilun syntymissyistä on betonin vetolujuuden ylittyminen. Muita syitä betonin halkeilulle ovat muun muassa kuivumiskutistuminen, jäätymis-sulamirasitus, tulipalo sekä raudoituksen korroosio. Näiden

syiden lisäksi betonin halkeilua voivat aiheuttaa myös huonot työsuoritukset. Halkeilleen betonin läpäisevyys lisääntyy ja se heikentää betonin säilyvyyttä mahdollistaen haitallaisten aineiden tunkeutumisen betoniin sekä betoniraudoitusta suojaavien betonin fyysikkallisten ja kemiallisten vaikutusten toiminta heikkenee. Halkeamista haitallisimpia ovat raudoitukseen asti ulottuvat halkeamat, joista raudoituksen suuntaiset halkeamat voivat aiheuttaa raudoituksen korroosiota laajastikin.

Rasitusluokka	Halkeamaleveyden raja-arvot $w_{max}$ [mm]		
	TB-rakenteet ja tartunnattomat ankkurijännerrakenteet	Tartuntajännerrakenteet ja injektoidut ankkurijännerrakenteet	
	Pitkäaikainen kuormayhdistelmä	Tavallinen kuormayhdistelmä	Pitkäaikainen kuormayhdistelmä
X0, X1	0,40	0,20	ei vaatimuksia
XC2, XC3, XC4, XD1, XS1	0,30	0,20	vetojännityksetön tila
XD2, XD3, XS2, XS3	0,20	vetojännityksetön tila	ei vaatimuksia

Taulukko 10. Halkeamaleveyden raja-arvot rakenteen käyttöiän ollessa 50 ja 100 vuotta. (Suomen Betoniyhdistys 2016, by65, 24.)

Taulukossa 7 on kerätty Suomen Betoniyhdistyksen julkaisussa Betoninormit 2016 by65 sivulla 24 esitellyt halkeamaleveyksien raja-arvot eri rasitusluokissa. Julkaisussa on huomautettu, että X0 ja XC1 luokissa halkeamaleveydellä ei ole säilyvyyden kannalta merkitystä, vaan raja on asetettu kelvollisen ulkonäön saavuttamiseksi. Myös tartuntajännerrakenteille ja injektoiduille ankkurijännerrakenteille on julkaisussa asetettu ehdoksi, että pitkäaikaiskuormayhdistelmällä vetojännityksenä sallitaan ainoastaan vetolujuuden ominaisarvon suuruinen jännitys. Halkeamaleveyksiä laskiessa rakenteen betonipeitteen ollessa yli 50mm, voidaan peitteen arvona käyttää  $c=50$  mm. (Suomen Betoniyhdistys 2016, by65, 24.) Halkeamaleveyden laskentaa on käsitelty Suomen Betoniyhdistys ry:n julkaisussa by210 Betonirakenteiden suunnittelu ja mitoitus 2008 sivuilla 354–363.

## 6 RAKENNUKSEN SUUNNITTELU

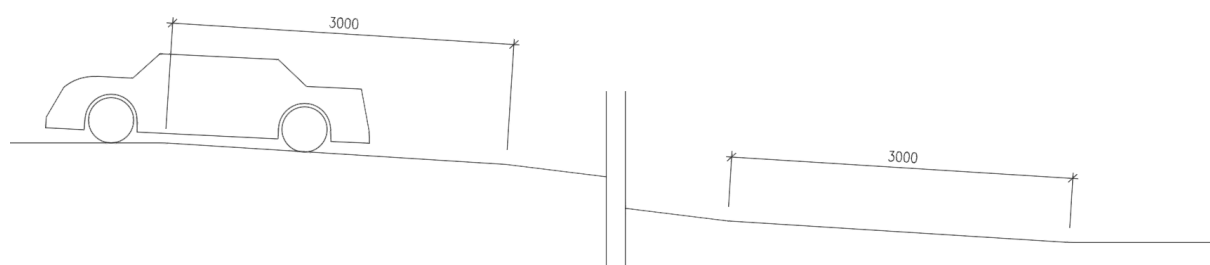
### 6.1 Rungon suunnittelu

Rungon suunnittelussa tulisi lähtökohtana pyrkiä laattarakenteen mahdollisimman vähiin eri kerroksiin, sekä mahdollisimman suuriin yhtenäisiin aloihin (Mannonen, 2008, 1.). Ahon (2008, 1.) mukaan pysäköintilaitoksen suunnittelun tärkeimmät lähtökohdat ovat oikeanlaiset kallistukset vedelle, oikeanlaiset vedeneristeet, lämpöliikkeiden huomiointi, kuormien oikeanlainen mitoittaminen, jälkihoidon tärkeyden huomioon ottaminen sekä avoimien tilojen ja julkisivujen suosiminen.

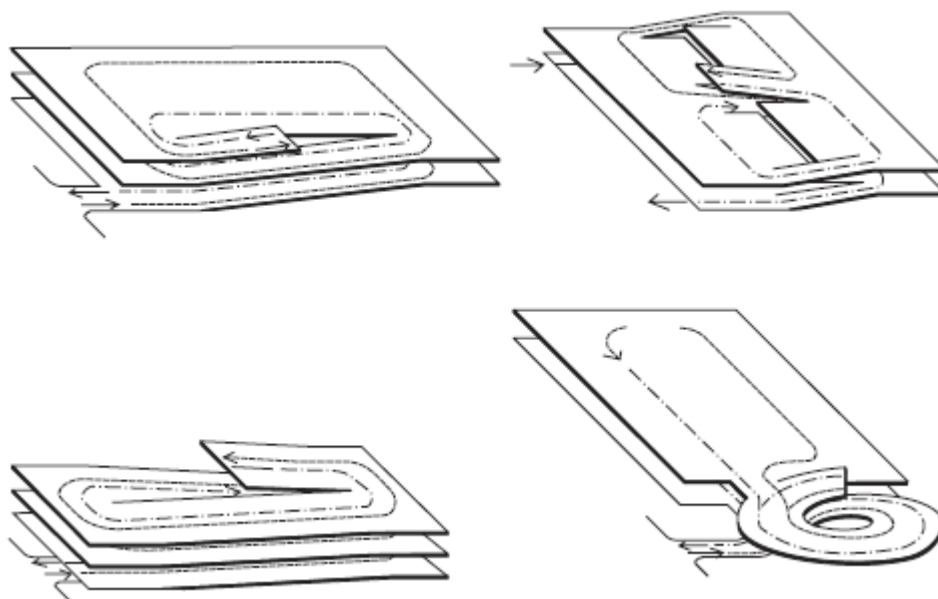
Pilarit suositellaan sijoitettavaksi autopaikkarivien väliin. Mikäli kyseessä on suorakulmainen pysäköinti, tämä tarkoittaa noin 17 metrin jänneväljä. Pilarit kannattaa sijoittaa 0,5 metrin päähän pysäköintipaikan päästä, jolloin ruutuun ajaminen ja siitä poistuminen helpottuu.

Porrashuoneet voidaan toteuttaa erillisinä rakenteina, jolloin ne eivät ole osa rakennuksen jäykistystä tai osana rakennuksen jäykistysjärjestelmää. Niiden sijoittamisessa tulee huomioida erityisesti liikuntarajoitteisten kulkeminen hisseille etäisyyden ja helppokulkuisuuden kannalta sekä poistumisteinä toimiessaan poistumisteiden enimmäispituus poistumisalueelta.

Kerroksista toisiin siirtymiseen voidaan käyttää suoria rampeja, kierrerampeja tai kaltevia pysäköintitasoja. Ramppien suunnittelua tehdessä on erityisesti huomioitava rakennuspaikan muoto, pysäköintilaitoksen autopaikkojen määrä, rampin leveys ja tasoon liittyminen sekä käyttötarkoitus. Ramppien kaltevuuksina suositellaan käytettäväksi suorissa rampeissa ulkona 1:10 ja sisällä 1:8, puolikerrosrampeissa sisätiloissa 1:7, kierreramppien pituuskaltevuutena mitattuna ajoradan keskellä 1:12 ja kaltevissa pysäköintitasoissa enintään 1:25 kaltevuutta. Rampeissa on huomioitava lisäksi taitekohdassa loivennus, jotta autojen pohjat ja puskurit eivät ota kiinni tasoon. Ylä- ja alaitteiden loivennukset tehdään 3 metrin matkalla, jossa rampin kaltevuus on puolitettu. (RT 98–11237, Pysäköintilaitokset, © Rakennustietosäätiö RTS 2016, 4., 7-8.,)



Kuva 16. Rampin ylä- ja alapäässä kaltevuus puolitetaan 3 metrin matkalla.



Kuva 17. Erilaisia pysäköintilaitoksissa käytettäviä rampeja. Ylärivillä vasemmalla on suoran kerrosrampin ja kaltevan pysäköintitason yhdistelmä, oikealla puolikerrosramppi, alarivillä vasemmalla kalteva pysäköintitaso ja oikealla kierreramppi. (RT 98–11237, Pysäköintilaitokset, © Rakennustietosäätiö RTS 2016, 7.)

Ulosajokohdissa tulee ottaa huomioon riittävä näkyvyys jalkakäytävälle ja kadulle. Lisäksi sisäänajo-kohta on suunniteltava sellaiseksi, että siinä on riittävästi tilaa jonottaa ennen puomeja tai ovia, jotta katuliikenne ei häiriinny. Lisäksi ajoramppien ylä- ja alapäässä on oltava riittävä näkyvyys tasolle.

Ajoväylien korkeutena käytetään pysäköintitilan vapaata korkeutta, joka on vähintään 2,2 metriä. Tämän korkeuden alapuolelle ei tulisi sijoittaa mitään rakenteita tai tekniikkaa. Mikäli ajokorkeutta rajoittaa rakenne, se tulee merkitä riittäväillä varoitusmerkinnöillä. Sisään- ja ulosajoreittejä tulisi olla 1 kpl 300–400 autopaikkaa kohden. (RT 98–11237, Pysäköintilaitokset, © Rakennustietosäätiö RTS 2016, 7., 9.)

## 6.2 Pysäköintiruutujen sijoittelu, mitat ja tilantarve

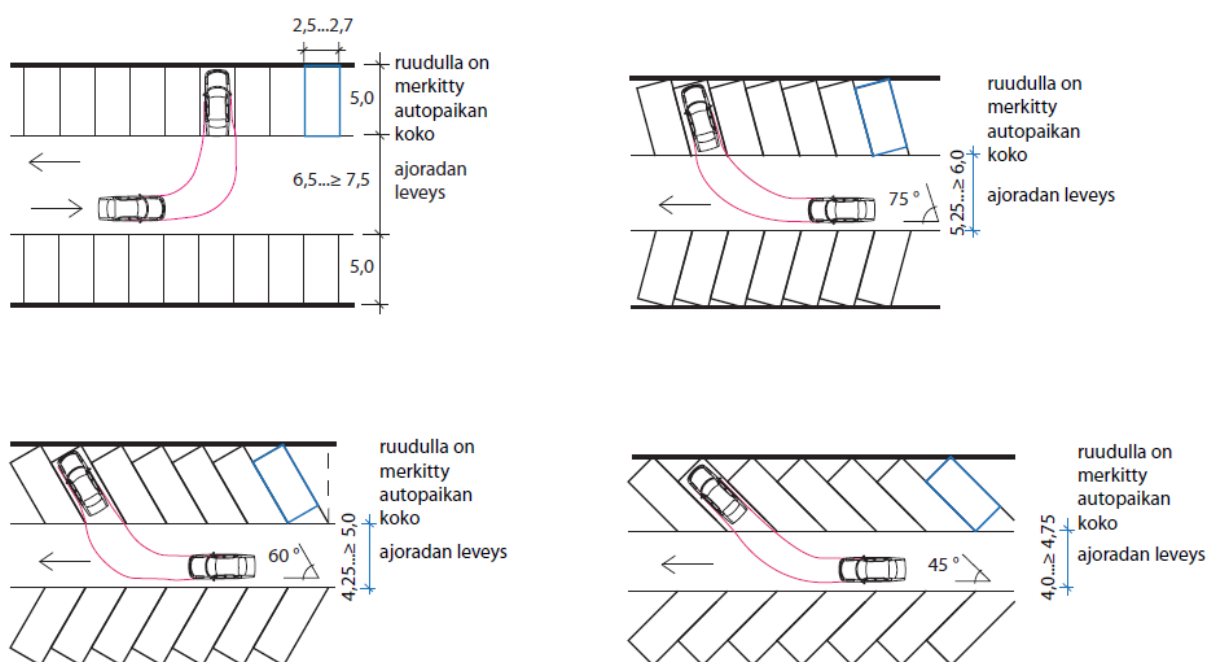
Pysäköintirakennuksen käyttömukavuuteen sisältyy helppo ja turvallinen käyttö. Nämä saavutetaan suunnittelemalla kulkuväylistä ja rampeista riittävän leveitä ja loivia. Lisäksi on huomioitava pilareiden sijoittelu pysäköintiruudun kohdalla, pilari ei saa estää näkyvyyttä tai kaventaa ruudun leveyttä. (Aho, 2008, 1.)

Pysäköintipaikkoja suunniteltaessa tulee ottaa huomioon pysäköinnin käyttötarkoitus, käyttäjäryhmät sekä pysäköintilaitokset kapasiteetti. Autopaikkojen leveys tulee suunnitella käyttäjäryhmäkohteisesti. Kuvassa 6 on esitetty saman kortin ohjeita auton kääntymiselle tarvittavista tilasta pysäköintiruutuun ajaessa eri pysäköintiruuturatkaisuissa. Autopaikkojen vapaana korkeutena pidetään nor-

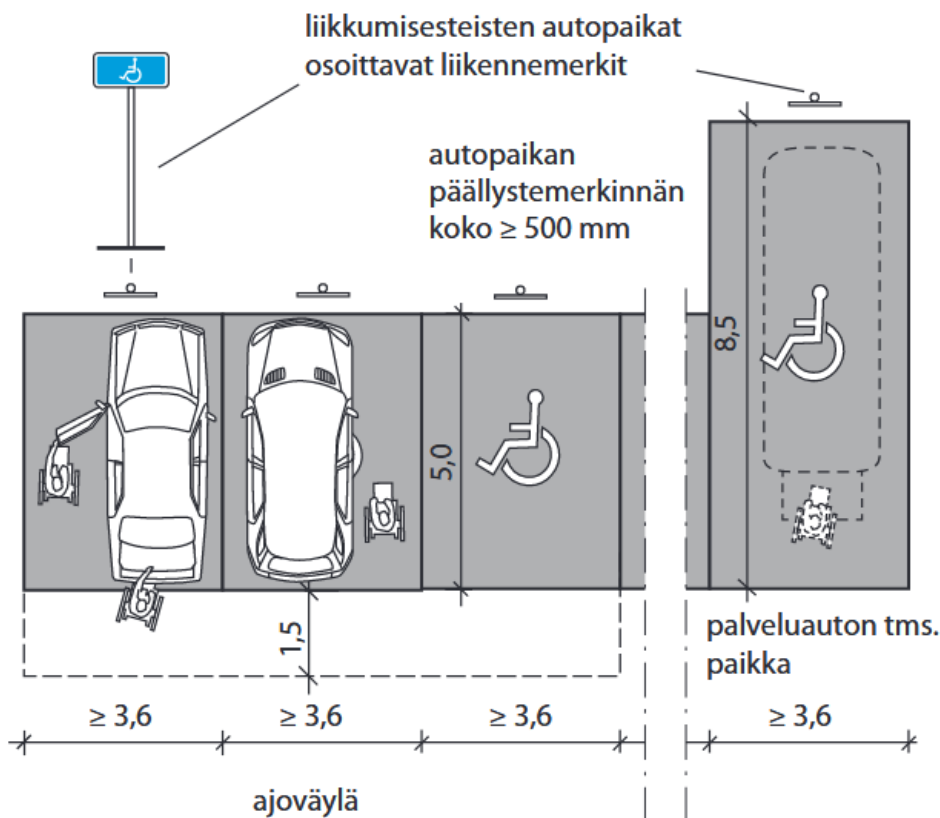
maalina 2,4–2,5 metriä, sitä korkeammat ovat väljiä ja sitä matalammat ovat tiukkoja. Vapaakorkeus tulee olla kuitenkin vähintään 2,2 metriä, mitä käytetään myös ajoväylien vähimmäiskorkeutena. Pysäköintilaitokseen voidaan lisäksi suunnitella pysäköintipaikkoja polkupyörille, mopoille sekä moottoripyörille. Nämä paikat sijoitetaan sisäänkäyntien läheisyyteen ja mahdollisuuksien mukaan polkupyöräliikenteelle järjestetään autoliikenteestä täysin erillinen kulkureitti pysäköintiloihin. (RT 98–11237, Pysäköintilaitokset, © Rakennustietosäätiö RTS 2016, 3., 6-7.) Liikuntarajoitteisten pysäköintipaikat tulee sijoittaa hissien, sisäänkäyntien ja asiointipaikkojen välittömään läheisyyteen ja ne merkitään asianmukaisilla merkinnöillä. Autopaikan leveyden tulee olla vähintään 3,6 metriä. Lisäksi autopaikan pinnan kaltevuus saa olla maksimissaan 2 % ja autopaikan takana on oltava tilaa lisäksi 1,5 metriä, jotta auton tavaratilaa voidaan käyttää pyörätuolissa istuen tai mahdollista nostolaitetta voidaan käyttää. (RT 98–11237, Pysäköintilaitokset, © Rakennustietosäätiö RTS 2016, 5.; RT 98–11235, Pysäköintialueet, © Rakennustietosäätiö RTS 2016, 3.)

Pysäköintipaikan vapaan tilan leveys	2,5 metriä
Nk. "perhepaikat"	2,8 metriä
Lyhyt aikaisten pysäköintipaikkojen leveys (ostoskeskukset yms.)	vähintään 2,6 metriä
Seinän vieressä sijaitsevan pysäköintipaikan leveys	vähintään 2,8 metriä
Liikuntarajoitteisille tarkoitettujen pysäköintipaikkojen leveys	3,6 metriä
Pysäköintipaikan pituus	5,0 metriä
Pinta-ala pysäköintipaikkaa kohden pysäköintilaitoksessa	25–30 m <sup>2</sup>
Jalankulkureitin leveys	vähintään 1,8 metriä

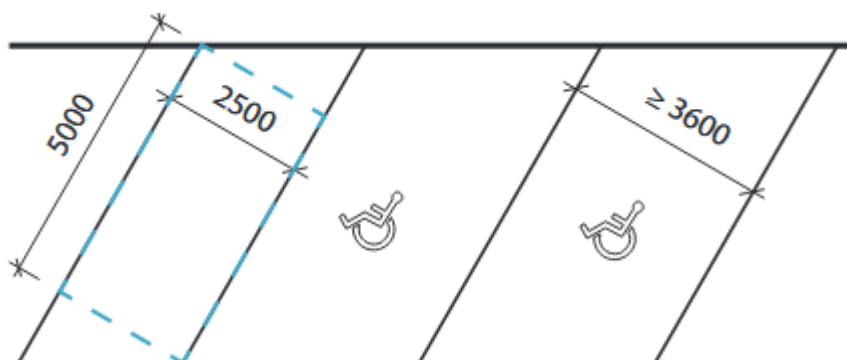
Taulukko 11. Pysäköintilaitoksen tilojen mitoitussuosituksia. (RT 98–11237, Pysäköintilaitokset, © Rakennustietosäätiö RTS 2016, 4.)



Kuva 18. Auton tilantarve kääntymiselle pysäköintiruutuun. (RT 98–11237, Pysäköintilaitokset, © Rakennustietosäätiö RTS 2016, 4.)



Kuva 19. Liikuntaesteisten pysäköintipaikkojen mittoja. (RT 98–11235, Pysäköintialueet, © Rakenustietosäätiö RTS 2016, 3.)



Kuva 20. Liikuntaesteisten pysäköintipaikkojen mittoja. (RT 98–11235, Pysäköintialueet, © Rakenustietosäätiö RTS 2016, 3.)

### 6.3 Paloturvallisuus

Paloturvallisuuteen liittyvät ratkaisut on suunniteltava aina tapauskohtaisesti. Rakennuksen paloturvallisuutta tarkasteltaessa yksi tärkeimpiä asioita määrittää on rakennuksen paloluokka, joita ovat P0, P1, P2 ja P3. Paloluokkia P1, P2 ja P3 käytetään suunniteltaessa rakennusta Ympäristöministeriön voimassa olevan paloasetuksen mukaisilla luokilla ja lukuarvoilla. P0 luokkaa käytetään, kun suunnittelussa käytetään oletettuun palonkehitykseen perustuvaa tapaa. Rakennus on ryhmiteltävä paloluokan lisäksi sen käyttötarkoituksen mukaan ja paloturvallisuuden kannalta pysäköintirakennus sijoituu käyttötarkoitukseltaan autosuojiiin (Ympäristöministeriö 2017, 3-4.). Tässä käsittelen vain suunnittelua käytettäessä asetuksen luokkia ja lukuarvoja eli rakennuksen kuuluessa luokkaan P1, P2 tai

P3. Rakennuksen suunnitteluun oletetun palokehityksen perusteella lisätietoja ja vaatimuksia löytyy tarkemmin eriteltynä Ympäristöministeriön asetuksessa. Lisätietoja eri paloluokkien erityispiirteistä löytyy RIL 195-1-2018 julkaisusta sivulta 26.

Pysäköintirakennuksen paloluokkien valintaan vaikuttaa rakennuksen koko sekä henkilömäärät rakennuksessa. Pysäköintirakennuksen ollessa yli 2 kerroksinen, katsotaan sen ympäristöministeriön asetuksessa kuuluvan paloluokkaan P1. Paloluokissa P3 ja P2 rakennuksen koolle on asetettu rajoituksia, joista autosuojia koskevia rajoituksia on koottu taulukkoon 5. Pysäköintirakennuksen kuullessa paloluokkaan P1, täytyy sille asetuksen mukaan määritellä palo-osastojen palokuormaryhmät, joita ovat *alle 600 MJ/m<sup>2</sup>, 600–1200 MJ/m<sup>2</sup>, ja yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>*.

Palo-luokka	Kerros-luku enintään	Korkeus enintään	Kerrosala enintään
P3	1	9 metriä	Ei rajoitusta
P2	2	9 metriä	Ei rajoitusta

Taulukko 12. Käyttöluokaltaan autosuojiiin kuuluvan rakennuksen rajoitukset kerroksien osilta P2 ja P3 paloluokissa. (Ympäristöministeriö 2017, 5.)

Autosuo- jan tyyppi	Rakennuksen paloluokka ja kerroslukumäärä			
	P1	P2 yli 2krs.	P2 1-2 krs.	P3
Maan päällä rakennuksen osana	3000 <sup>1, 3</sup> (24000)	ei mahd.	3000 (24000)	400 (3000)
Maan päällä erillisenä ra- kennuksena	3000 <sup>1, 2, 3</sup> (24000)	ei mahd.	3000 <sup>1</sup> (24000)	1000 (6000)
Maan alla	1500 <sup>3</sup> (10000)	ei mahd.	1500 <sup>3</sup> (10000)	ei sallittu

<sup>1</sup> Avoimen autosuojan pinta-ala voi olla 50 prosenttia suurempi

<sup>2</sup> Enintään viisikerroksisessa avoimessa autosuojassa voidaan enimmäisalaa käyttää kerrosten pinta-aloina, vaikka eri kerrosten väliset ajotiet yhtyvät. Tämä edellyttää kuitenkin, että välipohjien luokka on vähintään REI 60

<sup>3</sup> Palo-osaston pinta-alaa voidaan kasvattaa enintään 50 prosentilla, jos tila varustetaan hätäkeskukseen kytketyllä paloilmoittimella ja tehokas sammutustyö voidaan aloittaa riittävän aikaisessa vaiheessa

Taulukko 13. Autosuojina toimivien rakennusten palo-osastojen enimmäisalat neliömetreinä. Su-  
luissa olevaa arvoa voidaan käyttää, kun rakennus on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaatti-  
sella sammutuslaitteistolla. (Ympäristöministeriö 2017, 9-10.)

<b>Palokuormaryhmä</b>	<b>Ryhmään kuuluvat käyttötilat</b>
<b><i>alle 600 MJ/m<sup>2</sup></i></b>	asunnot, majoitustilat, hoitolaitokset, työpaikkatilat, <b>autosuojat</b> , sekä osa kokoontumis- ja liiketiloista, joita on eritelty tarkemmin Ympäristöministeriön asetuksessa.
<b><i>600–1200 MJ/m<sup>2</sup></i></b>	Irtaimistovarastoja sisältävät palo-osastot, enintään 50 m <sup>2</sup> varastot, moottoriajoneuvojen korjaus- ja huoltotilat, sekä asetuksessa tarkemmin määritellyt osat kokoontumis- ja liiketiloista.
<b><i>yli 1200 MJ/m<sup>2</sup></i></b>	Erillisen palo-osaston muodostavat yli 50 m <sup>2</sup> varastot.

Taulukko 14. Ympäristöministeriön asetuksessa esitellyt palokuormaryhmät ja niihin kuuluvat käyttö-  
tarkoituksen mukaiset tilat. (Ympäristöministeriö 2017, 4.)

Eurooppalaisissa standardeissa asetetaan rakenteille vaatimuksia palonkestolle, kun rakenne altistuu standarditulipalolle. Palonkestoluokkien kriteereinä voidaan vaatia osastoivuus (kriteerit tiiviydelle E sekä mahdollisesti vaadittaessa eristävyydelle I), kantavuus (kriteeri mekaaniselle kestävyydelle R) sekä molemmat luokat osastoivuudelle sekä kantavuudelle (kriteerit kantavuudelle R, tiiviydelle E ja mahdollisesti vaadittaessa eristävyydelle E). Rakenteelle asetetaan palonkestolle aikavaatimus, joka se tulee täyttää vaadittujen kriteerien osilta. Näitä aikoja ovat yleensä 30, 60, 90, 120, 180 ja 240 minuuttia. Vaadittu palonkesto-aika voi olla samankaltaisissa kohteissa toisistaan poikkeavat paikallisten viranomaisten tulkinnasta riippuen. (Suomen Betoniyhdistys ry, 2018, 130.)

Rakenteiden kantavuudelle on asetettu Ympäristöministeriön asetuksessa rakenteiden paloturvallisuudelle (Ympäristöministeriö 2017) eri paloluokkien rakennuksille luokkavaatimuksia, joita on esitelty tarkemmin asetuksen sivulla 7 löytyvässä taulukossa 3 sekä asetuksen pykälässä 12 §. Näissä luokkavaatimuksissa on huomioitava, että mikäli tiiviydelle E ja eristävyydelle I on asetettu pidempi palonkesto-aika kuin kantavuudelle, on myös kantavuudelle käytettävä pidempää palonkesto-aikaa.

Poistumisteiden vaatimukset tulee huomioida erityisesti porrashuoneiden sijoittamista suunnitellessa. Ympäristöministeriön asetuksessa (Ympäristöministeriö 2017) poistumisteiden enimmäispituus on rajattu käyttötarkoituksen mukaan ja poistumistien pituutta voi kasvattaa, mikäli poistumisalue varustetaan savunilmaisin periaatteella toimivalla paloilmottimella tai automaattisella sammutuslaitteistolla. Mikäli poistumisalue varustetaan molemmilla, voidaan poistumistien pituutta kasvattaa edelleen asetuksen määrittämiin enimmäispituuksiin asti. Enimmäispituuksissa on huomioitava kuitenkin, että rakennusvalvontaviranomainen voi vaatia perustellusta syystä pienempiä enimmäispituuksia, kun tilan käytöstä syntyy erityinen riski palon nopeaan syttymiseen ja palon leviäminen voi vaarantaa turvallisen poistumisen tilasta.

#### 6.4 LVI-tekniikan huomiointi

Koneellista ilmanvaihtoa ei tarvita yleensä pysäköintirakennuksissa, missä ulkoseinien alasta vähintään 30 % on avointa ja näiden aukkojen pinta-ala muodostaa vähintään 10 % kunkin tason pinta-alasta. Suljetuissa pysäköintirakennuksissa käytetään koneellista ilmanvaihtoa, jota voidaan ohjata kosteuden ja hiilidioksidipitoisuuden mukaan. (RT 98–11237, Pysäköintilaitokset, © Rakennustietosäätiö RTS 2016, 13.)

LVI-tekniikkaa voidaan kuljettaa palkkien vieressä, jolloin ne eivät vie juurikaan vapaata tilaa korkeussuunnassa pysäköintirakennuksessa. Poikittaiseen suuntaan tekniikkaa voidaan kuljettaa pysäköintipaikkojen etupuolella, jossa tilan tarve on vähäisempi pystysuunnassa. LVI-tekniikkaa palkkien alapuolella kuljetettaessa tulee kiinnittää huomiota riittävään vapaaseen korkeuteen ajoväylillä. Paloturvallisuuden kannalta mahdollinen ilmanvaihtojärjestelmä ei saa aiheuttaa vaaraa edesauttamalla tulipalon tai siitä syntyvien palokaasujen leviämistä rakennuksessa, eikä osastoivissa rakenteissa olevat LVI-tekniikan kannalta olennaiset rakenteet, kuten läpiviennit, putket, roilot, kanavat, johdot tai hormit saa heikentää osastointia. (Ympäristöministeriö 2017, 12.).

#### 6.5 Lumenpoisto

Lumenpoisto tulee huomioida pysäköintirakennuksissa, joiden ylintä tasoa ei ole katettu. Lumi voidaan läjittää pysäköintitasolle erikseen määritettyyn kohtaan, jolloin mitoituksessa tulee huomioida lumen kasaamisesta ja lumenpoistossa käytettävästä kalustosta aiheutuva lisäkuorma tasolle. Matallisissa pysäköintirakennuksissa lumi voidaan tiputtaa määritetystä kohtaa reunan yli maahan ja korkeammassa rakennuksessa voidaan lumi pudottaa esimerkiksi pudotuskuiluja pitkin kuljetuskaluston kyytiin ja edelleen lumen loppusijoituspaikkaan. Seiniltään avonaisissa pysäköintirakennuksissa sisään voi tuiskuta lunta, jolloin sen sulamisvesien poisto täytyy huomioida tasojen vedenpoistoa suunniteltaessa.

## 7 POHDINTA

Työn tavoitteena oli kerätä pysäköintirakennusten suunnittelussa huomioitavia asioita, oleellisia raja-arvoja sekä rakenteellisia vaihtoehtoja useammasta julkaisusta yhteen tietopakettiin. Opinnäytetyön tuloksena saatiin alustavaan suunnitteluun soveltuva kokonaisuus, jonka avulla suunnittelijan on helppo perehtyä pysäköintirakennuksen mitoituksessa ja suunnittelussa tärkeisiin asioihin ja tarkastella eri vaihtoehtoja. Työ oli mielestäni aiheeltaan mielenkiintoinen ja sen tekeminen sujui mielekkäästi. Työhön olisi voinut varmasti sisällyttää hyvinkin paljon enemmänkin pysäköintirakennuksiin ja niiden suunnitteluun liittyviä asioita, mutta työn rajauksen kannalta päädyttiin esittämään vain työssä nyt olevia asioita. Työtä voisi laajentaa esimerkiksi rakenteiden mitoittamisella, perehtymällä tarkemmin tarvittavaan LVI-tekniikkaan ja sen kuljettamiseen rakennuksessa sekä tutkimalla eri vaihtoehtojen kustannuksia. Kaiken kaikkiaan työ on mielestäni onnistunut, sillä se täyttää sille asetetut vaatimukset sisällön osalta ja vastaa tilaajan näkemystä työstä.

## LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

- Aho, Olli. 2008. Elementtirakenteinen pysäköintilaitos [Verkkajulkaisu] [Viitattu 2019-01-18]. Saatavissa: <https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/10/BET0803-s-56-67.pdf>
- Betonielementtirunkorakenteet. RT 82–10821. Helsinki: Rakennustieto Oy. Huhtikuu 2004. [Viitattu 2019-01-10]. Saatavissa: <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/resource/juha/content/851#page=1>
- Betonirakenteiden suunnitteluohje: RIL 202–2011/by 61 Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry ja Suomen Betoniyhdistys ry
- Betoniteollisuus Ry, Jäykistysjärjestelmät, 2010-02-18 [Verkkoaineisto] [Viitattu 2019-01-11]. Saatavissa: [www.elementtisuunnittelu.fi/Download/22083/Jäykistysjärjestelmät.pdf](http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/22083/Jäykistysjärjestelmät.pdf)
- Elementtisuunnittelu.fi a, Rakennejärjestelmät, Pysäköintilaitokset 2010-03-04 [Verkkoaineisto] [Viitattu 2019-01-04]. Saatavissa: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/rakennejarjestelmat/pysakointilaitokset>
- Elementtisuunnittelu.fi b, Runkorakenteet 2010-03-09 [Verkkoaineisto] [Viitattu 2019-01-11]. Saatavissa: [http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/22592/Runkorakenteet\\_9%203%202010.pdf](http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/22592/Runkorakenteet_9%203%202010.pdf)
- Elementtisuunnittelu.fi c, Liikuntasaumat [Verkkoaineisto] [Viitattu 2019-02-21]. Saatavissa: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/liitokset/liitosten-toiminta/liikuntasaumat>
- eurocodes.fi, Betonirakenteiden suunnittelu eurokoodien mukaan – Osa 8: Taipuma [Verkkoaineisto] [Viitattu 2019-02-15]. Saatavissa: [http://www.eurocodes.fi/1992/paasivu1992/sahkoinen1992/Leaflet\\_8\\_Taipuma.pdf](http://www.eurocodes.fi/1992/paasivu1992/sahkoinen1992/Leaflet_8_Taipuma.pdf)
- Mannonen, Petri. 2008. Paikallavaletut pysäköintilaitokset [Verkkajulkaisu] [Viitattu 2019-01-18]. Saatavissa: <https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/10/BET0801-s084-92.pdf>
- Paikallavalettavat betonirunkorakenteet. RT 82–10814. Helsinki: Rakennustieto Oy. Helmikuu 2004. [Viitattu 2019-01-10]. Saatavissa: <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/resource/juha/content/5619#page=1>
- Parma.fi. Pysäköintitalot [Verkkoaineisto] [Viitattu 2019-02-01]. Saatavissa: <https://parma.fi/tuote/pysakointitalot/>
- Parman Pysäköintitalot, Parma.fi [Verkkoaineisto] [Viitattu 2019-02-01]. Saatavissa: [https://parma.fi/userassets/uploads/documents/2018/06/parma\\_pysakointitalot\\_esite\\_web.pdf](https://parma.fi/userassets/uploads/documents/2018/06/parma_pysakointitalot_esite_web.pdf)
- Pysäköintialueet. RT 98–11235. Helsinki: Rakennustieto Oy. Elokuu 2016. [Viitattu 2019-01-18] Saatavissa: <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/resource/juha/content/6485#page=1>
- Pysäköintilaitokset. RT 98–11237. Helsinki: Rakennustieto Oy. Syyskuu 2016. [Viitattu 2019-01-17] Saatavissa: <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/resource/juha/content/22017#page=1>
- Rakenteiden vauriosietokyvyn varmistaminen onnettomuustilanteessa: RIL 201-4-2017. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry
- Sitowise.com a. Taustaa. [Verkkoaineisto] [Viitattu 2019-01-04]. Saatavissa: <https://www.sitowise.com/fi/sitowise/taustaa>
- Sitowise.com b. Sitowise. [Verkkoaineisto] [Viitattu 2019-01-04]. Saatavissa: <https://www.sitowise.com/fi/sitowise/yritys>
- Suomen Betoniyhdistys 2013. Betonirakenteiden suunnittelun oppikirja 2013 by211. Helsinki: BY-Koulutus Oy
- Suomen Betoniyhdistys 2014. Betonilattiat 2014 by45. Helsinki: BY-Koulutus Oy.

Suomen Betoniyhdistys 2016. Betonin valinta ja käyttöikäsuunnittelu – Opas suunnittelijoille 2016 by68. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy

Suomen Betoniyhdistys 2016. Betoninormit 2016 by65. Helsinki: BY-Koulutus Oy

Suomen Betoniyhdistys 2018. Betonitekniikan oppikirja 2018 by201. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy

Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat: RIL 201-1-2017. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL ry

Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat: RIL 201-2-2017. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL ry

Valjus 2010, BES 2010 Runkorakenteiden valinta ja kantokykykäyrästä. 2010-10-20 [Verkkoaineisto] [Viitattu 2019-01-11]. Saatavissa: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23665/Valjus%20Runkorakenteet.pdf>

Valjus 2010. BES 2010 Pilari-palkkirungon jäykistys ja liitosratkaisut. 2010-10-20 [Verkkoaineisto] [Viitattu 2019-01-11]. Saatavissa: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23664/Valjus%20Pilari-palkkirungon%20j%C3%A4ykistys.pdf>

Ympäristöministeriö 2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017 2017-12-12 [Verkkoaineisto] [Viitattu 2019-01-17]. Saatavissa: <http://www.ym.fi/download/number/%7B66288BFB-A697-4FCB-B602-CE0316F2C37B%7D/134002>

## 8 LIITTEET

LIITE 1. Pysäköintirakennusten detaljeja

LIITE 2. Pysäköintirakennusten rakennetyyppejä

# PYSÄKÖINTIRAKENNUSTEN DETALJEJA

## SISÄLTÖ:

- DET1 Kuorilaatan liikuntasauama, pystyleikkaus  
 DET2 Ontelolaataston reunavalu liikuntasauaman kohdalla, pystyleikkaus  
 DET3 Liittolaatan liitos palkkiin välipohjan ollessa kallistettu laataston pituussuunnassa, kuorilaatta, pystyleikkaus  
 DET4 Liittolaatan liitos palkkiin, kuorilaatta, pystyleikkaus  
 DET5 Pilarin ja palkin välinen liitos, piilokonsoli, pystyleikkaus  
 DET6 Pilarin ja palkin välinen liitos, piilokonsoli, liikuntasauaman kohdalla, pystyleikkaus  
 DET7 Ontelolaatan ja reunapalkin liitos, pilarin liitos, pystyleikkaus  
 DET8 Palkin ja pilarin liitos, LK-piilokonsoli, pystyleikkaus  
 DET9 Palkin ja pilarin liitos, PCs-piilokonsoli, pystyleikkaus  
 DET10 Palkin ja pilarin liitos, AEP-piilokonsoli, pystyleikkaus  
 DET11 Keskipilarin liitos palkkiin, teräsbetoninen vinopilariuloke, pystyleikkaus  
 DET12 Reunapilarin liitos lovettuun palkkiin, liikuntasauama, teräsbetoninen pilariuloke, pystyleikkaus  
 DET13 Palkin liitos keskipilarin päähän, liikuntasauama, pystyleikkaus  
 DET14 Deltapalkin liitos pilariin, PCs-piilokonsoli, pystyleikkaus  
 DET15 Reunapilarin liitos pilariin, teräsbetoninen vinopilariuloke, pystyleikkaus  
 DET16 Teräsbetonisen vinojäykiste-elementin kiinnitys pilariin, pystyleikkaus


REV PVM SUUNN TARK MUUTOS

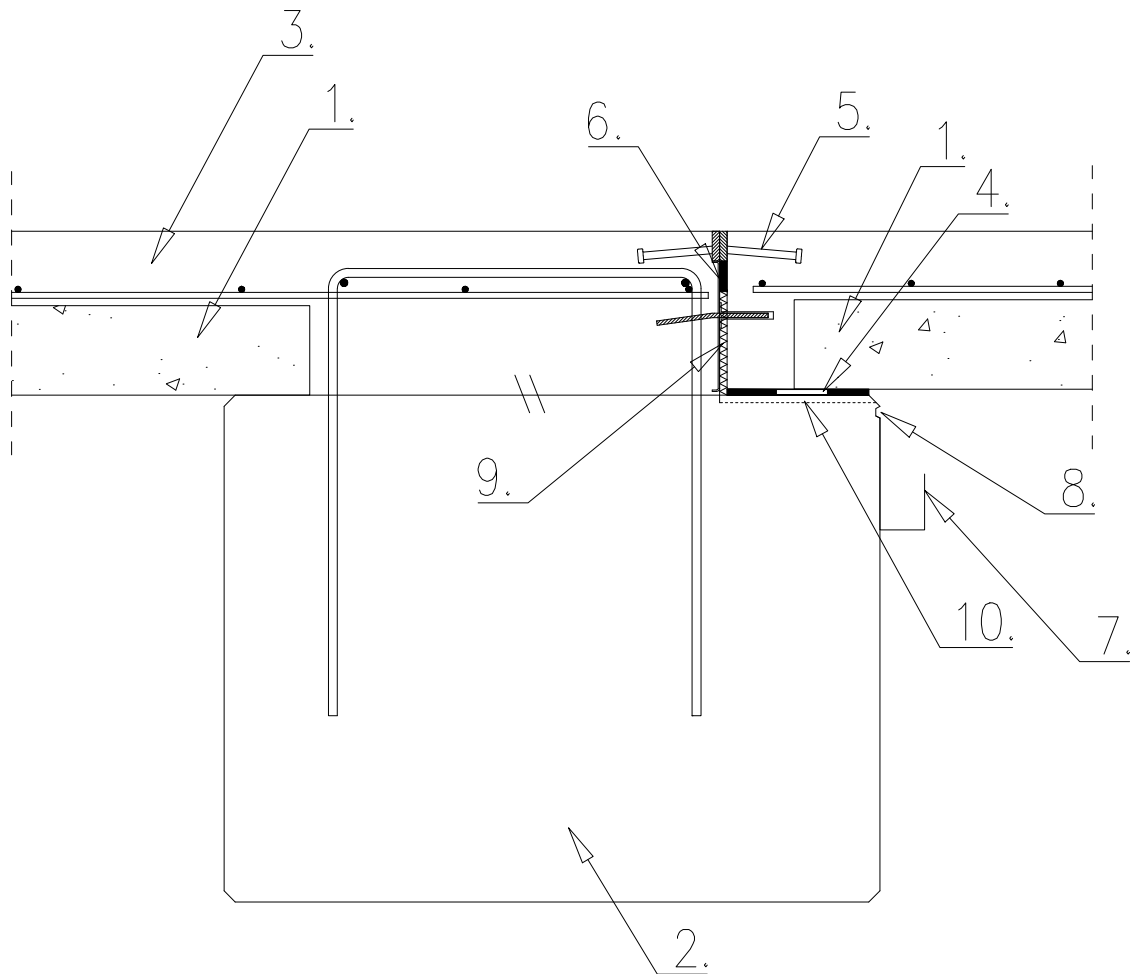
Kaup.osa/Kylä		Kortteli/Tila		Tontti/Rno		Viranomaisen merkintöjä	
Pysyvä rakennustunnus				Korkeus- ja koord. järjestelmä			
Rakennustoimenpide				Piirustuslaji		No	
				RAKENNEPIIRUSTUS			
Rakennuskohteen nimi ja Keimolankaarre 1				Piirustuksen sisältö		Mittakaavat	
<b>SITOWISE</b>		Vaihde p. 050 594 4103 www.sitowise.com		Suunn.ala	Työnumero	Piir.no	Muutos
				RAK			
Suunnittelija		Tehtävä		Tiedostosijainti			
Piirtäjä		Vast.suun/Hyväksyjä		24.lukaus/Opinnäytetyö			
				Päiväys		Tiedosto	
				28.2.2018		Detaljit.dwg	

## PYSÄKÖINTIRAKENNUSTEN DETALJEJA

- DET17 Teräsbetonisen vinojäykiste-elementin kiinnitys pilariin, pystyleikkaus
- DET18 Ontelolaattojen liitos leukapalkkiin, pystyleikkaus
- DET19 Kuorilaatan ja palkin liitos liikuntasaumalinjalla, tuelta putoamisen estäminen, pystyleikkaus
- DET20 Kuorilaatan ja palkin liitos liikuntasaumalinjalla, tuelta putoamisen estäminen, vaakaleikkaus
- DET21 Ontelolaatan ja V-elementin liitos, pystyleikkaus
- DET22 Ontelolaatan liitos jäykistävään seinään, pystyleikkaus
- DET23 Kuorielementin yläpään kiinnitys pilariin, pysty- ja vaakaleikkaus
- DET24 Kuorielementin alapään kiinnitys pilariin, pysty- ja vaakaleikkaus
- DET25 Pilarin kiinnitys perustukseen, pystyleikkaus
- DET26 Liikuntasauva kansirakenteessa, vesieristekermirakenne, pystyleikkaus
- DET27 Ontelolaatan ja Deltapalkin liitos, keskipalkki, pystyleikkaus
- DET28 Rästäs rakenne, pystyleikkaus
- DET29 Profiilipeltiyläpohjan rästäs rakenne, vesieristeen nosto, pystyleikkaus
- DET30 Ajorampin liittyminen runkoon, liittorakenteen konsoliliitos, pystyleikkaus

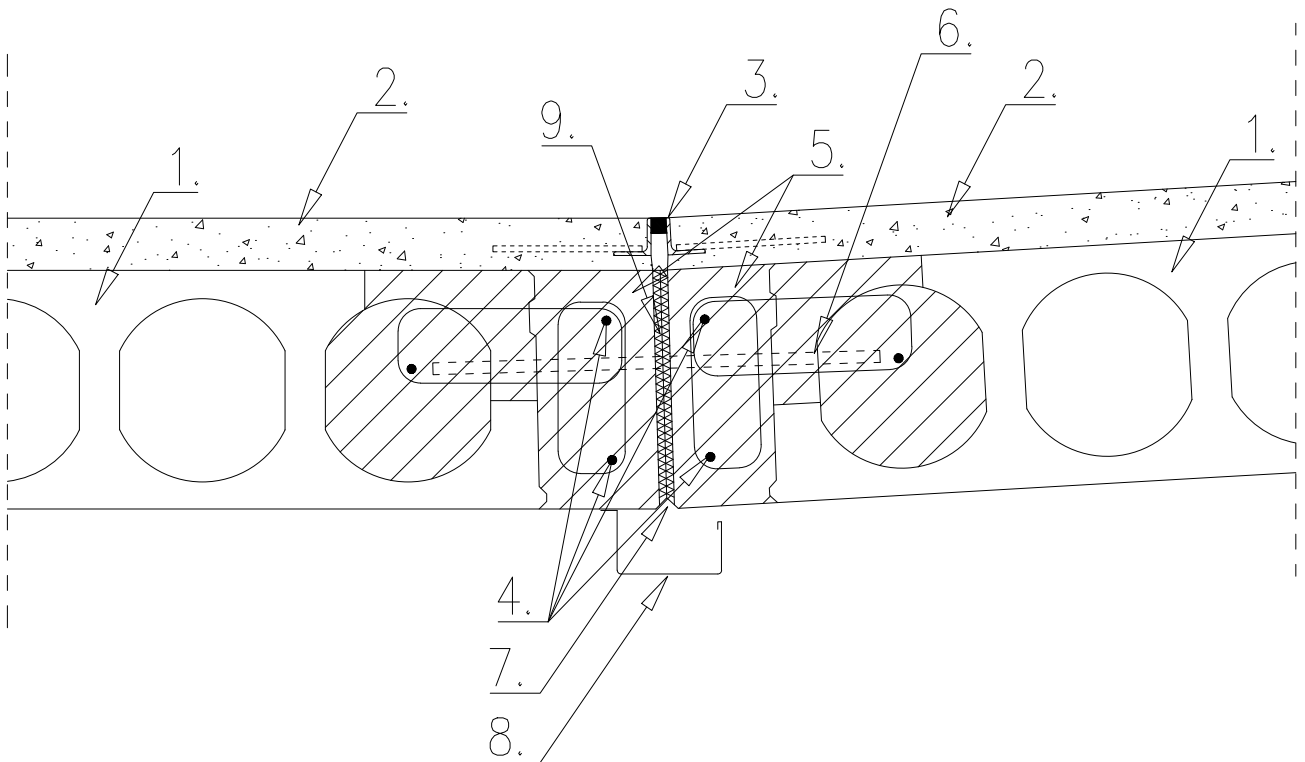
1:10

RAUDOITUKSET ERILLISEN  
RAUDOITESUUNNITELMAN MUKAISESTI



- 1 Kuorilaatta
- 2 Palkki liikuntasaumalinjalla
- 3 Paikallavalettava pintavalu
- 4 Liikuntasaumalaakeri
- 5 Liikuntasaumaprofiili
- 6 Paisuva saumanauha
- 7 Kouru vedenpoistolle
- 8 Ura palkissa kourun liittymälle
- 9 Irroituskaista, polyeteeni
- 10 Vuotourat palkissa

1:10

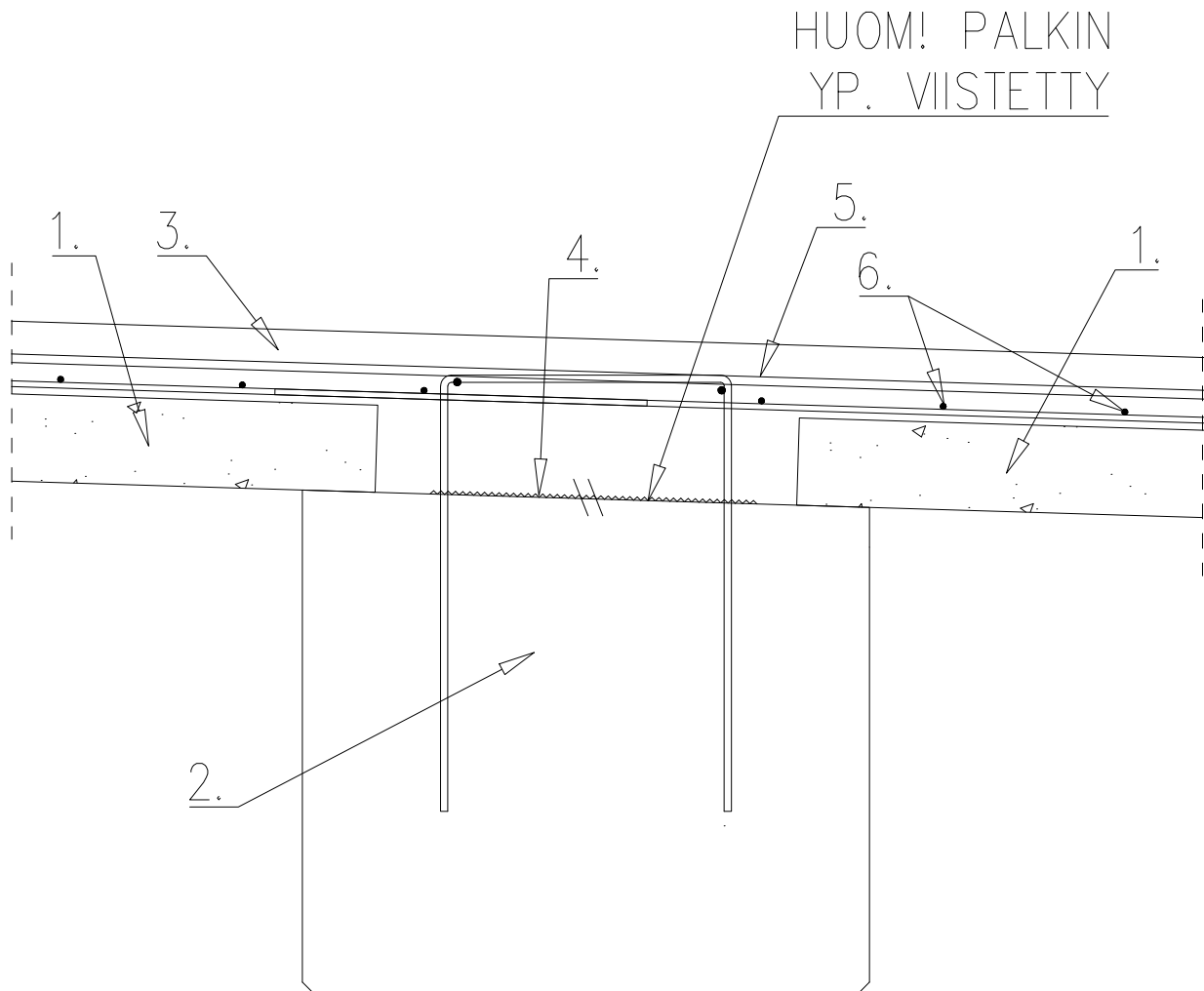
RAUDOITUKSET ERILLISEN  
RAUDOITESUUNNITELMAN MUKAISESTI

- 1 Ontelolaatta
- 2 Pintavalu
- 3 Liikuntasaumaprofiili
- 4 Rengasteräkset
- 5 Paikallavalu
- 6 RST-tanko koloissa, toinen puoli putkitettu tai bitumoitu
- 7 Ura saumassa
- 8 Vedenpoistokouru
- 9 Solumuovikaista

Rakennuskohde

Sisältö  
LIITTOLAATAN LIITOS PALKKIIN VÄLIPOHJAN OLLESSA KALLISTETTU  
LAATASTON PITUUSSUUNNASSA, KUORILAATTA  
PYSTYLEIKKAUS

1:10

RAUDOITUKSET ERILLISEN  
RAUDOITESUUNNITELMAN MUKAISESTI

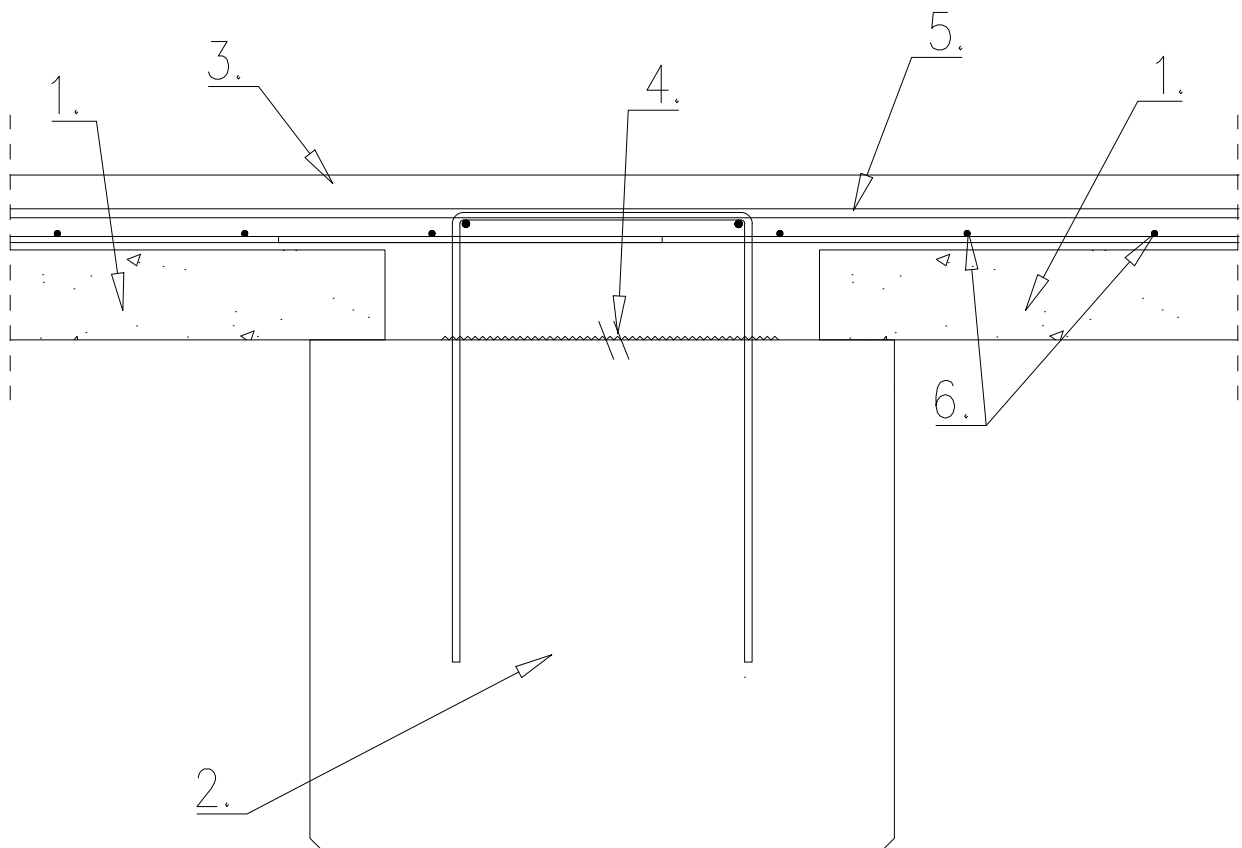
- 1 Kuorilaatta, tuella vähintään 80 mm
- 2 Palkki
- 3 Paikallavalettava pintavalu
- 4 Palkin yläpinta karhennettu
- 5 Yläpinnan teräkset erillisen suunnitelman mukaisesti
- 6 Poikittaiset teräkset erillisen suunnitelman mukaisesti, jatkokset eri kohdissa

Rakennuskohde

Sisältö  
LIITTOLAATAN LIITOS PALKKIIN  
KUORILAATTA  
PYSTYLEIKKAUS

1:10

RAUDOITUKSET ERILLISEN  
RAUDOITESUUNNITELMAN MUKAISESTI

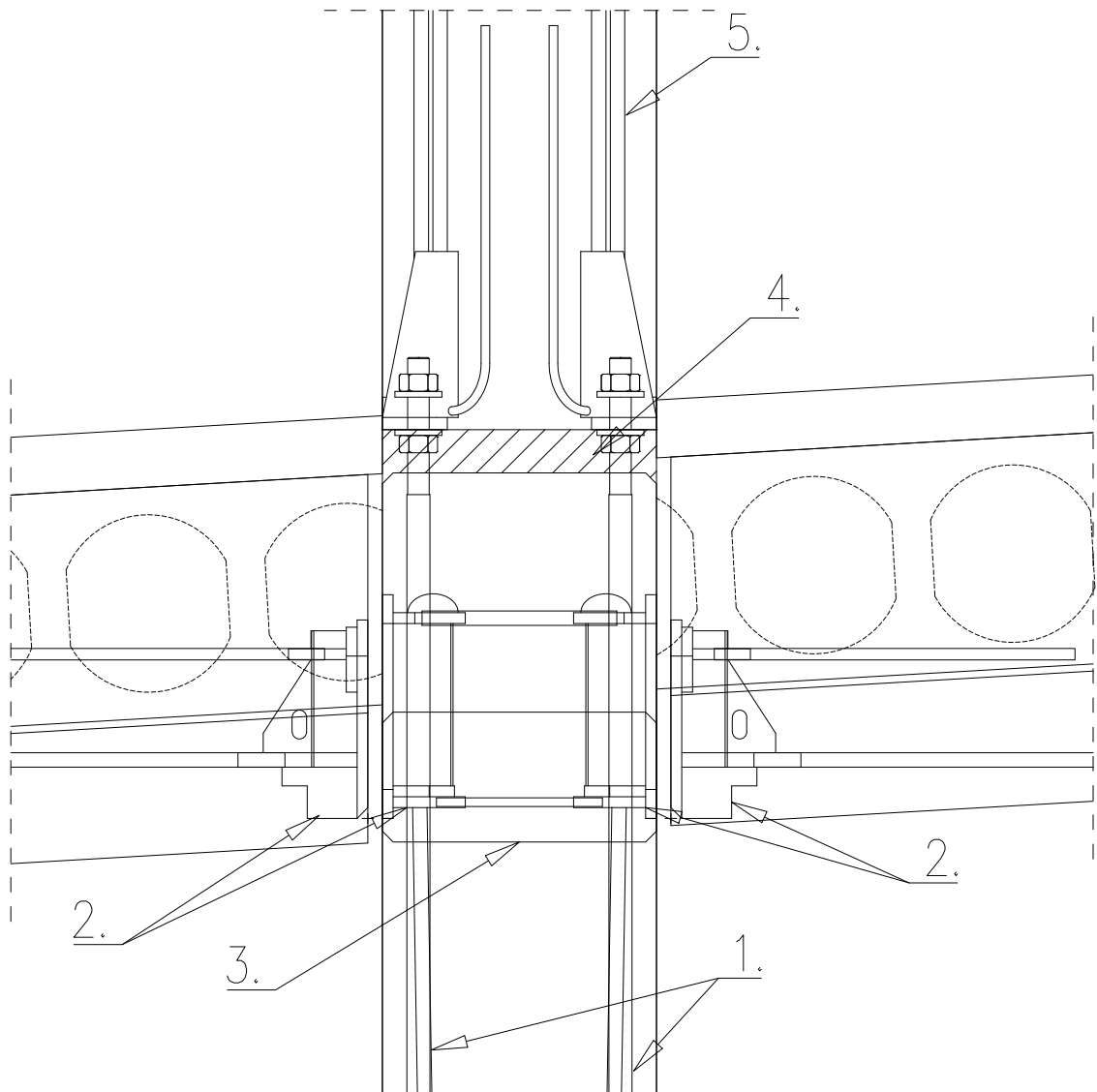


- 1 Kuorilaatta, tuella vähintään 80 mm
- 2 Palkki
- 3 Paikallavalettava pintavalu
- 4 Palkin yläpinta karhennettu
- 5 Yläpinnan teräkset erillisen suunnitelman mukaisesti
- 6 Poikittaiset teräkset erillisen suunnitelman mukaisesti, jatkokset eri kohdissa

Rakennuskohde

Sisältö  
PILARIN JA PALKIN VÄLINEN LIITOS  
PIILOKONSOLI  
PYSTYLEIKKAUS

1:10

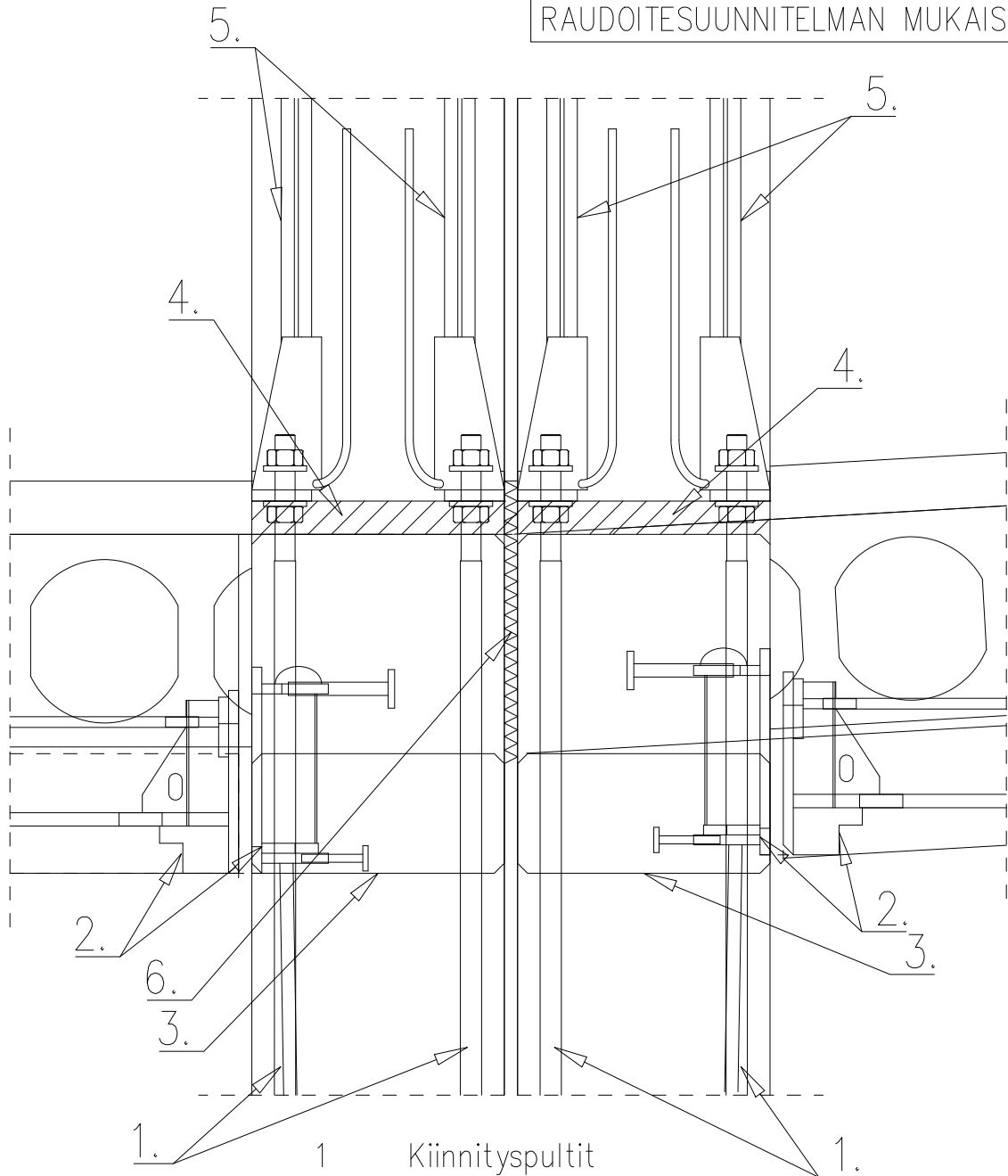
RAUDOITUKSET ERILLISEN  
RAUDOITESUUNNITELMAN MUKAISESTI

- 1 Kiinnityspultit
- 2 Piilokonsolit
- 3 Laattakonsoli pilarissa
- 4 Juotosbetoni
- 5 Pilarikenkä

Rakennuskohde

Sisältö  
PILARIN JA PALKIN VÄLINEN LIITOS  
PIILOKONSOLI, LIIKUNTASAUMAN KOHDALLA  
PYSTYLEIKKAUS

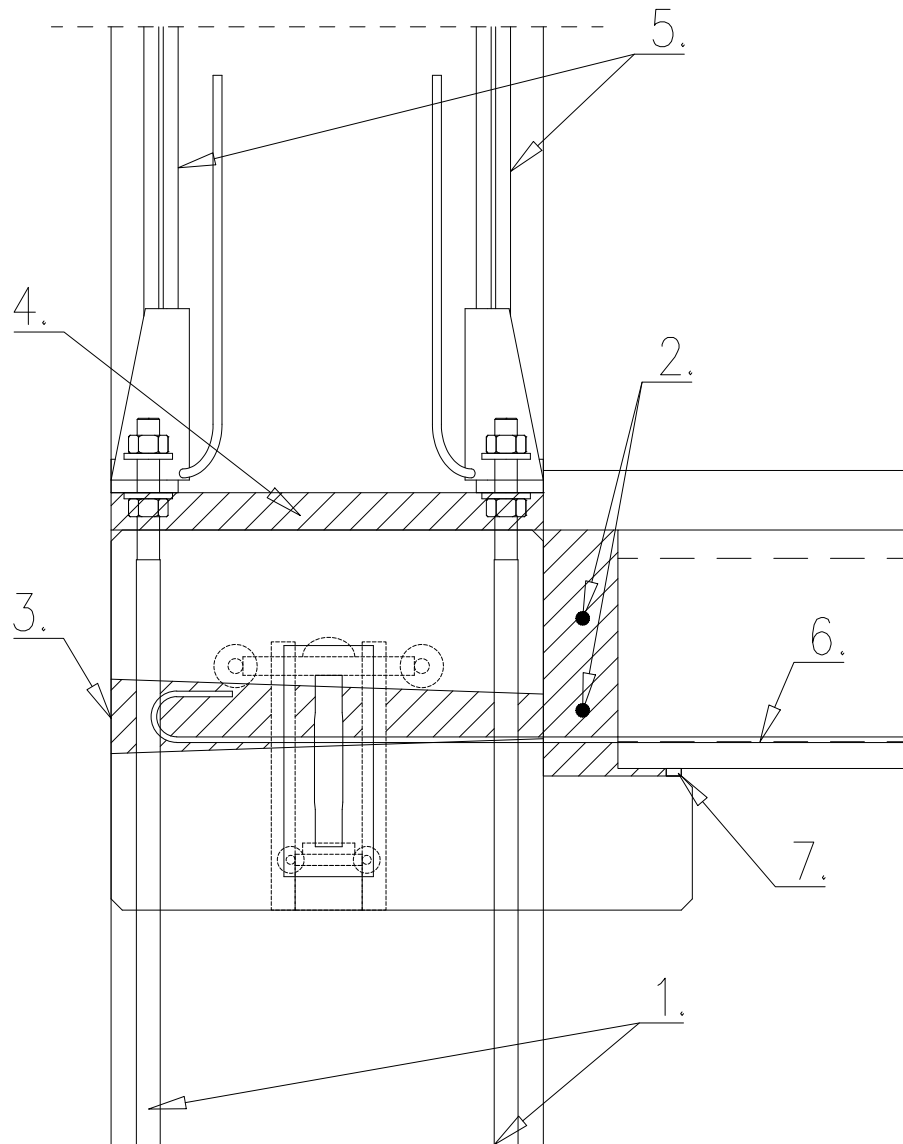
1:10

RAUDOITUKSET ERILLISEN  
RAUDOITESUUNNITELMAN MUKAISESTI

1. Kiinnityspultit
2. Piilokonsolit
3. Laattakonsoli pilarissa
4. Juotosbetoni
5. Pilarikenkä
6. Välissä kova mineraalivilla/solumuovi

1:10

RAUDOITUKSET ERILLISEN  
RAUDOITESUUNNITELMAN MUKAISESTI

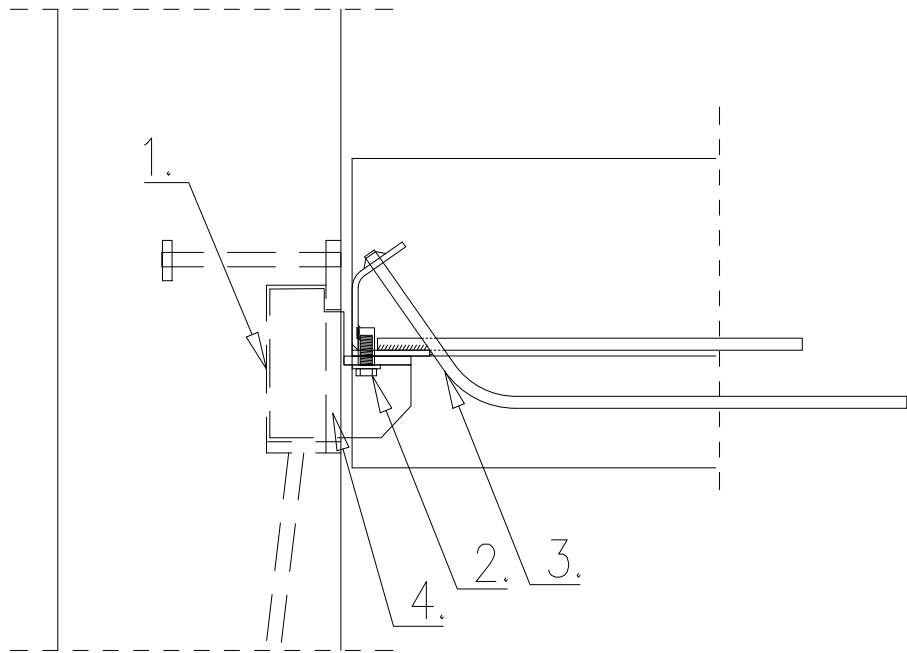


- 1 Kiinnityspultit
- 2 Rengasteräkset erillisen suunnitelman mukaan
- 3 Suojatulppa, jossa ilmareikä
- 4 Juotosbetoni
- 5 Pilarikenkä
- 6 Saumaraudoitus erillisen suunnitelman mukaan
- 7 Neopren-kuminauha, kiinnitetään tehtaalla palkkiin

Rakennuskohde

Sisältö  
PALKIN JA PILARIN LIITOS  
LK-PIILOKONSOLI  
PYSTYLEIKKAUS

1:10

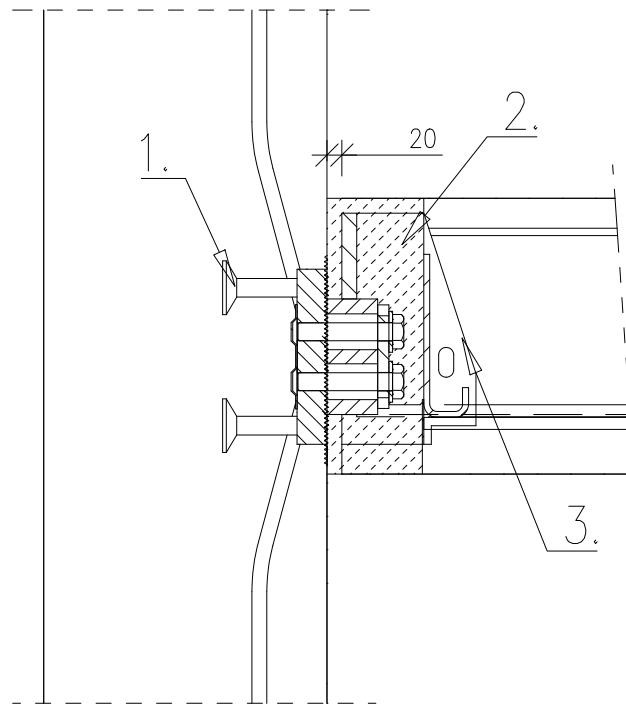
RAUDOITUKSET ERILLISEN  
RAUDOITESUUNNITELMAN MUKAISESTI

- 1 Konsolin pilariosa
- 2 Palkki kiinnitetään konsoliin alapuolelta pulteilla
- 3 Konsolin palkkiosa
- 4 Liitososa

Rakennuskohde

Sisältö  
PALKIN JA PILARIN LIITOS  
PCs-PIILOKONSOLI  
PYSTYLEIKKAUS

1:10

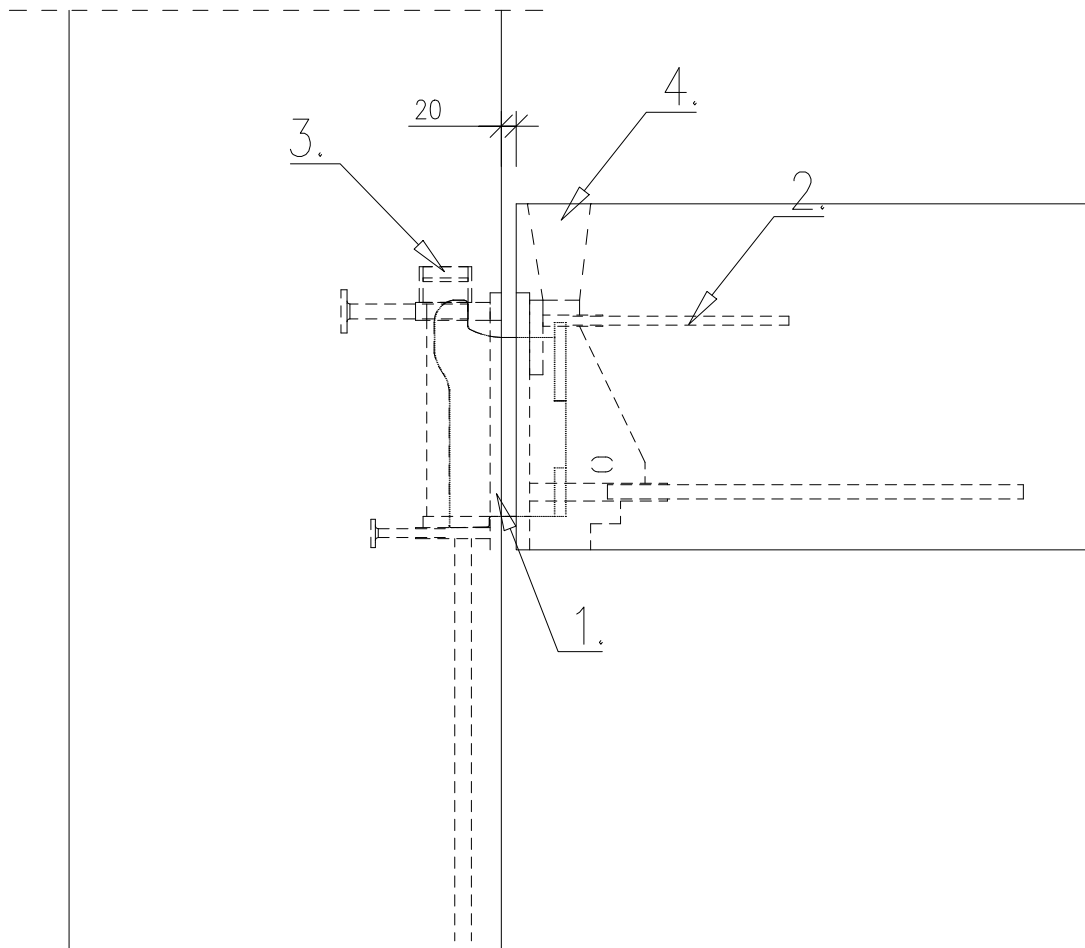
RAUDOITUKSET ERILLISEN  
RAUDOITESUUNNITELMAN MUKAISESTI

- 1 Konsolin pilariosa
- 2 Liitoksen jälkivalu, laatastön saumavalun yhteydessä
- 3 PC-palkkikenkä

Rakennuskohde

Sisältö  
PALKIN JA PILARIN LIITOS  
AEP-PIILOKONSOLI  
PYSTYLEIKKAUS

1:10

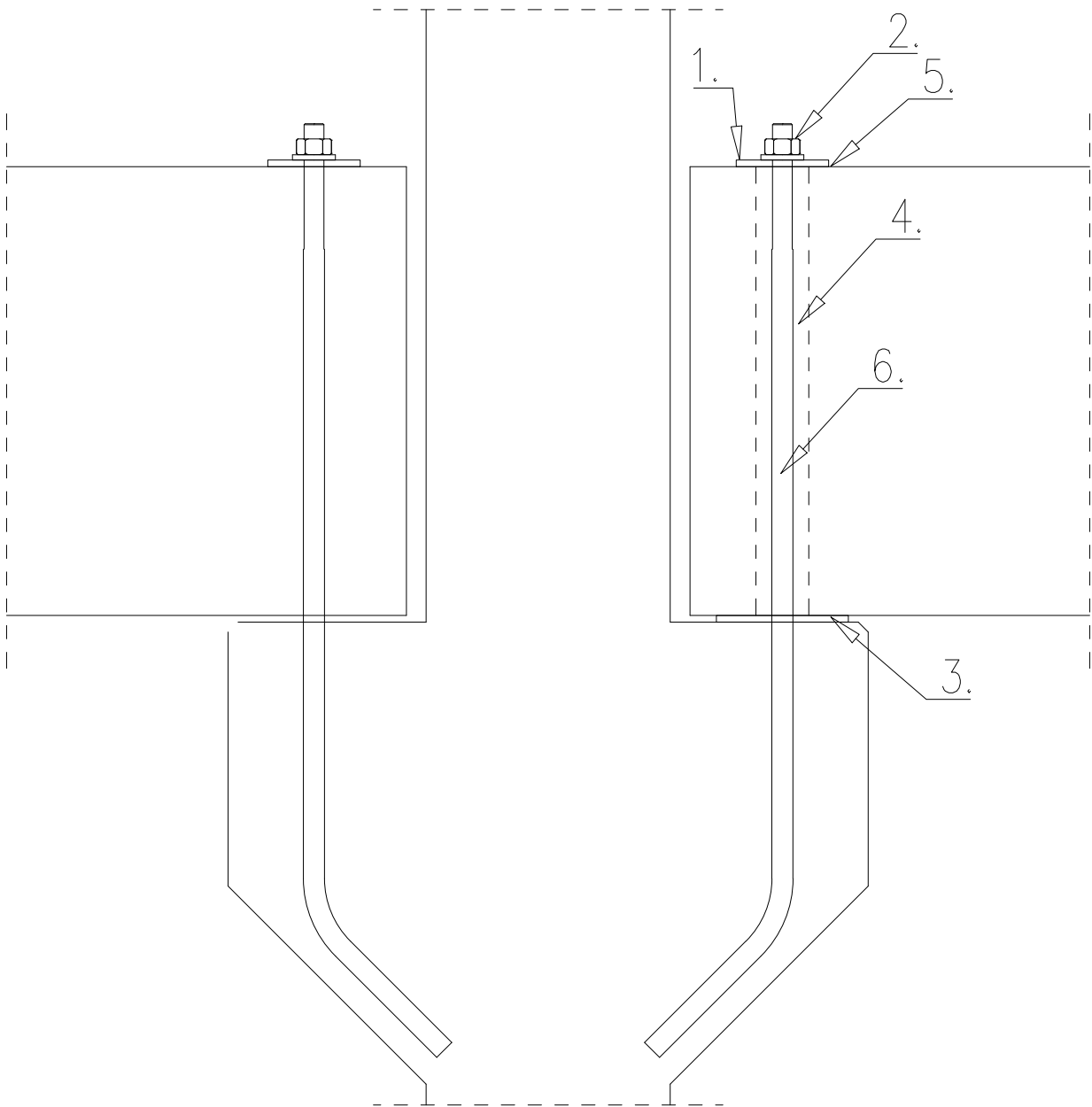
RAUDOITUKSET ERILLISEN  
RAUDOITESUUNNITELMAN MUKAISESTI

- 1 Konsolin kieliosa
- 2 Konsolin palkkiosa
- 3 Konsolin pilariosa
- 4 Asennuskolo konsoliliitoksen lukittaville teräskiiloille

Rakennuskohde

Sisältö  
KESKIPILARIN LIITOS PALKKIIN  
TERÄSBETONINEN VINOPILARIULOKE  
PYSTYLEIKKAUS

1:10

RAUDOITUKSET ERILLISEN  
RAUDOITESUUNNITELMAN MUKAISESTI

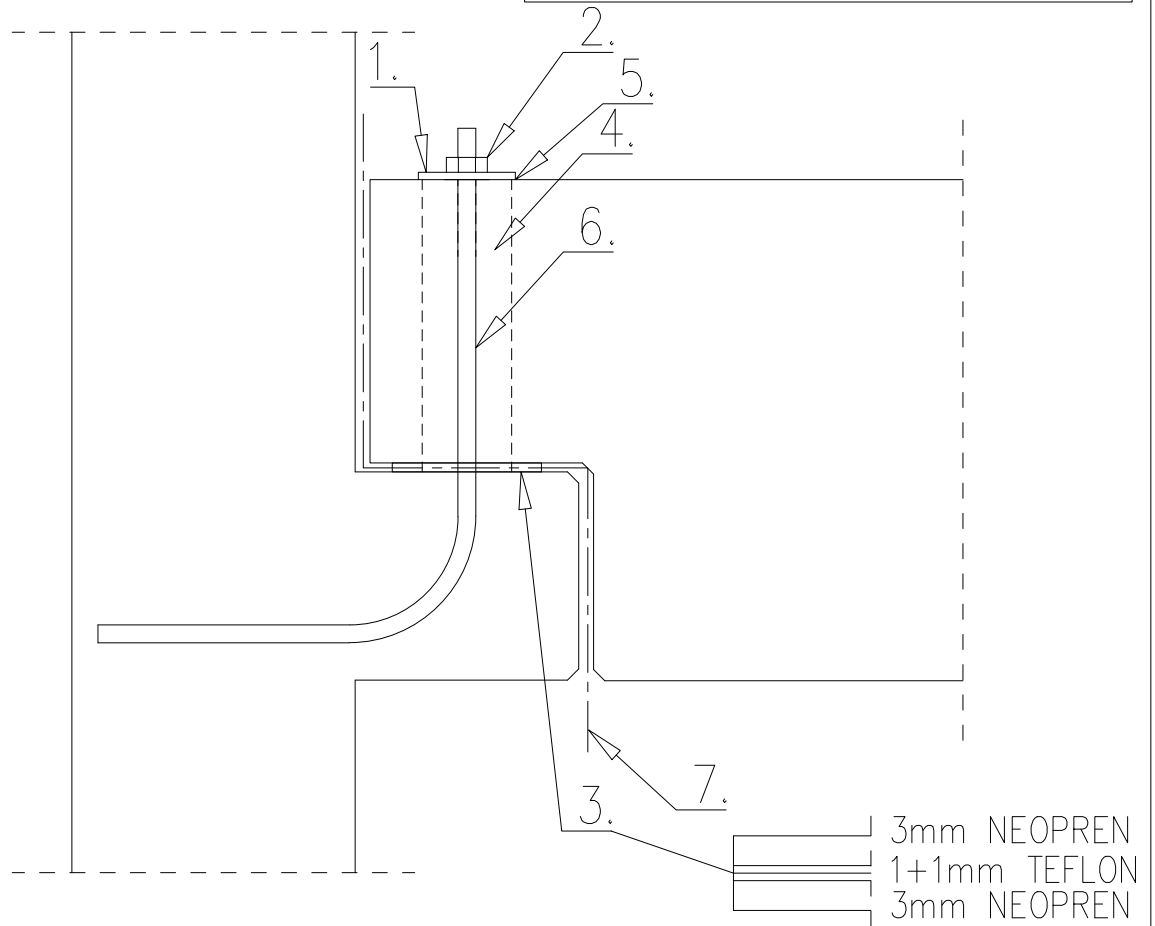
- 1 Aluslevy
- 2 Kuusiomutteri
- 3 Neopren-kumilevy, levyssä  
vedenpoistoura, kiinnitetään  
tehtaalla
- 4 PU-vaahdotulppaus tarvittaessa, ei  
jälkivalua pulttireikään
- 5 Syvennys tarvittaessa
- 6 Pultti

Rakennuskohde

Sisältö  
REUNAPILARIN LIITOS LOVETTUUN PALKKIIN, LIIKUNTA-  
SAUMA  
TERÄSBETONINEN PILARIULOKE  
PYSTYLEIKKAUS

1:10

RAUDOITUKSET ERILLISEN  
RAUDOITESUUNNITELMAN MUKAISESTI



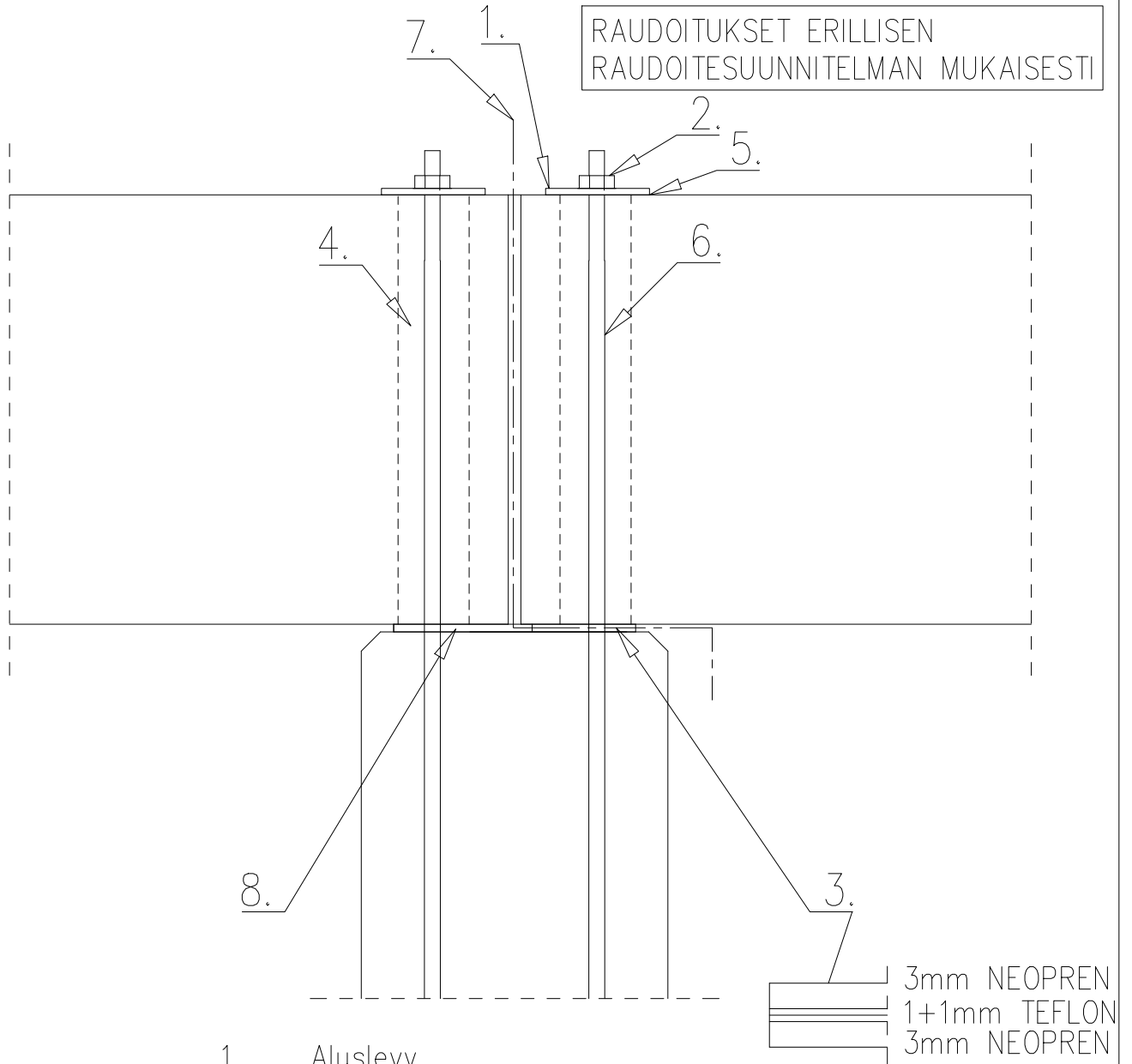
- 1 Aluslevy
- 2 Kuusiomutteri
- 3 Liukulaakeri
- 4 PU-vaahdotulppaus tarvittaessa, ei jälkivalua pulttireikään
- 5 Syvennys tarvittaessa
- 6 Pultti
- 7 Liikuntasauma

Rakennuskohde

Sisältö  
PALKIN LIITOS KESKIPILARIN PÄÄHÄN, LIIKUNTASAUMA

PYSTYLEIKKAUS

1:10

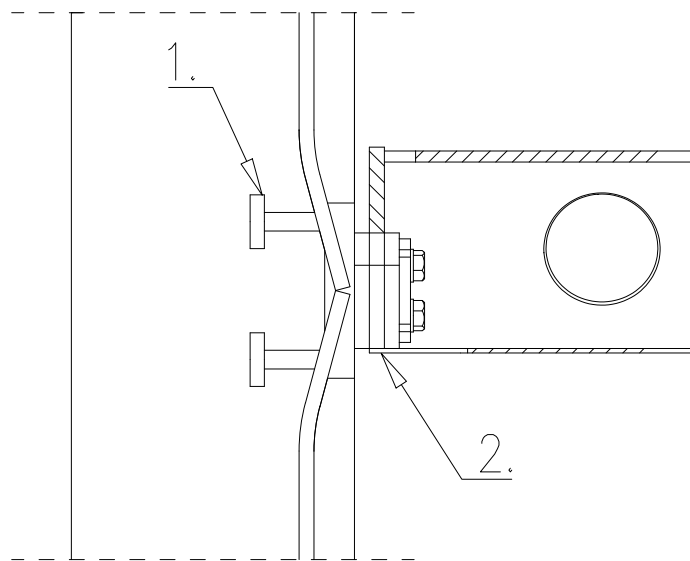


- 1 Aluslevy
- 2 Kuusiomutteri
- 3 Liukulaakeri
- 4 PU-vaahdotulppaus tarvittaessa, ei jälkivalua pulttireikään
- 5 Syvennys tarvittaessa
- 6 Pultti
- 7 Liikuntasäura
- 8 Neopren-kumilevy, levyssä vedenpoistourat, kiinnitetään tehtaalla

Rakennuskohde

Sisältö  
DELTAPALKIN LIITOS PILARIIN  
PCs-PIILOKONSOLI  
PYSTYLEIKKAUS

1:10

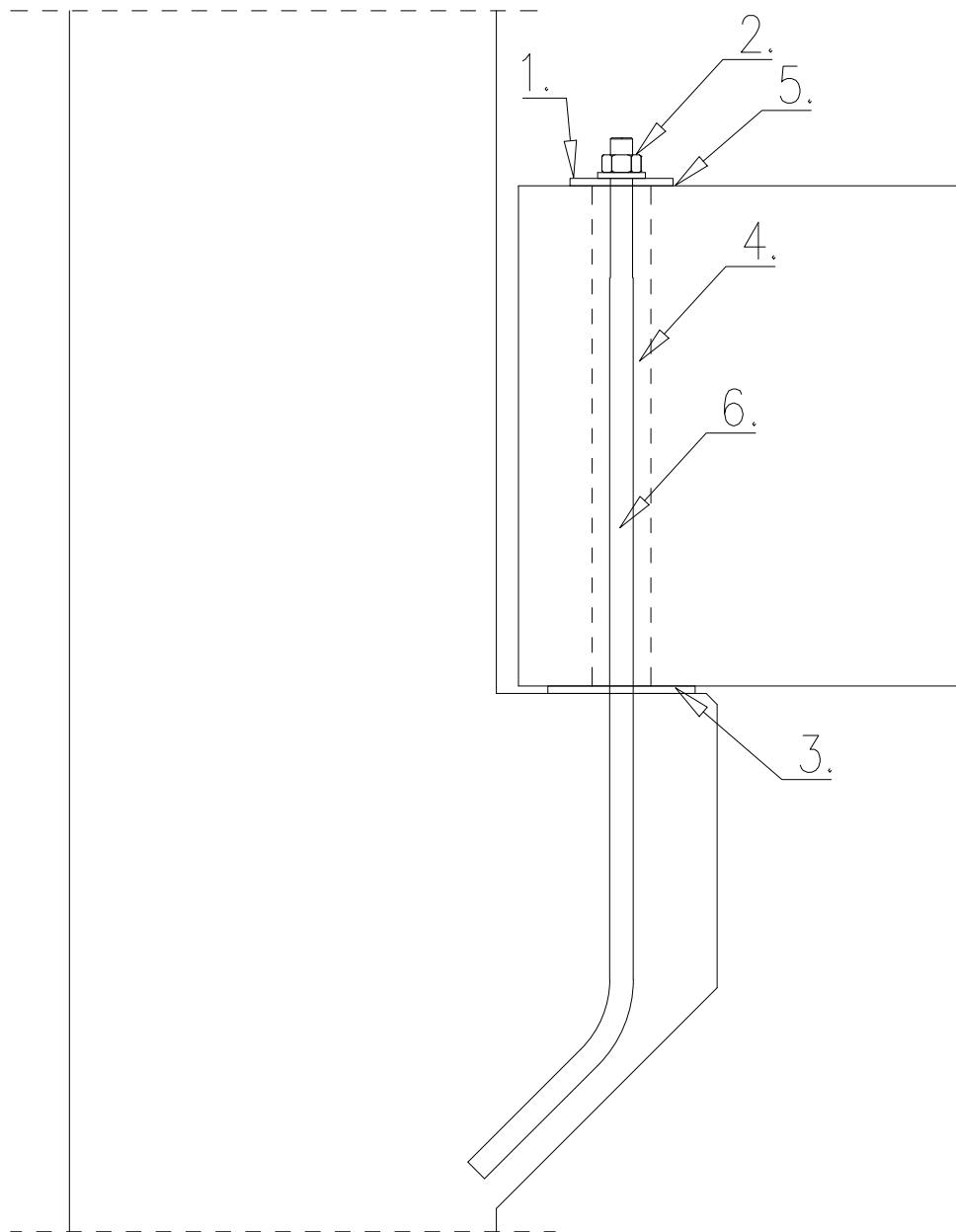
RAUDOITUKSET ERILLISEN  
RAUDOITESUUNNITELMAN MUKAISESTI

- 1 Konsolin pilariosa
- 2 Deltapalkin päätylevyssä ja alalaipassa kolo konsolille

Rakennuskohde

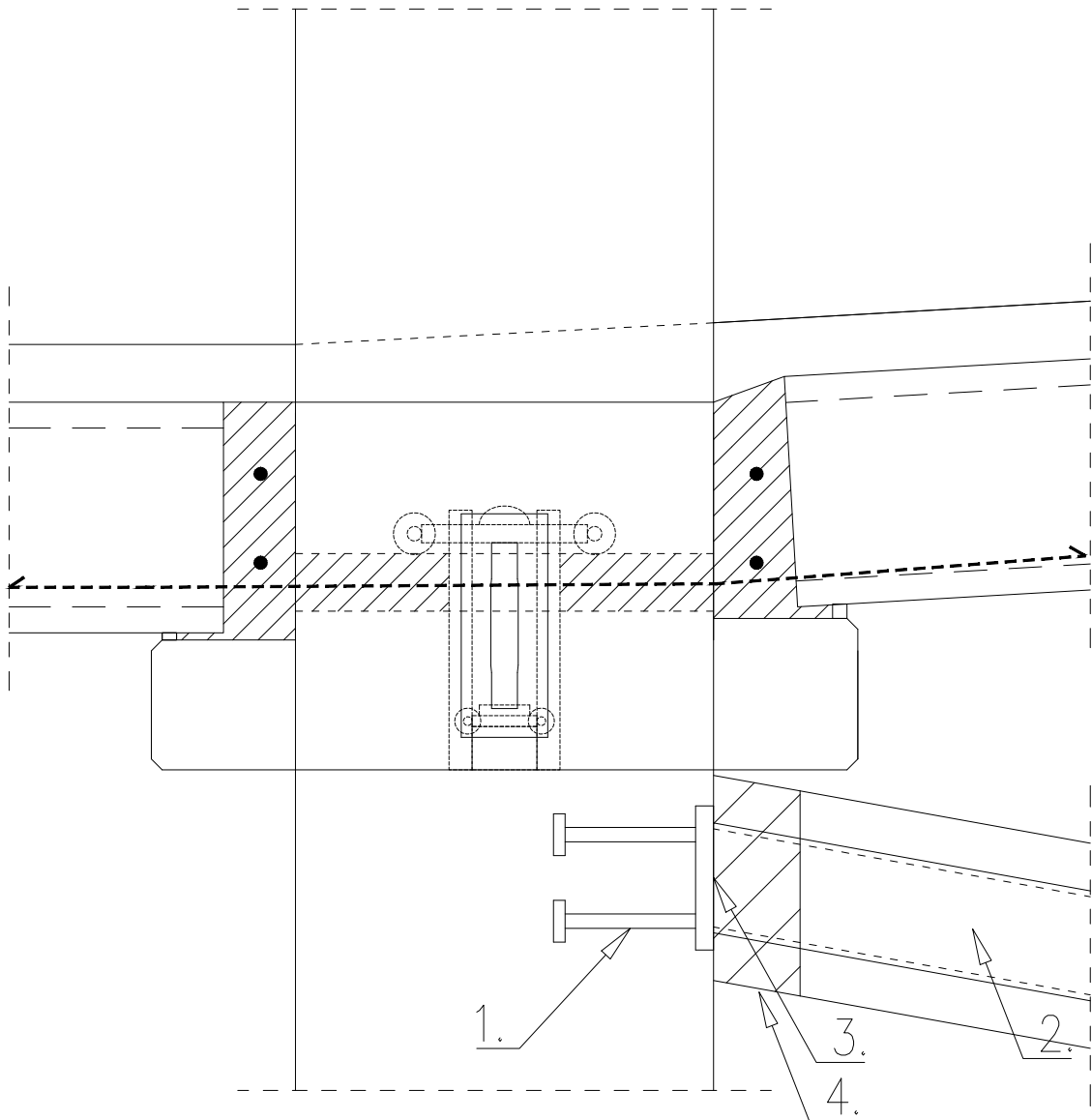
Sisältö  
REUNAPILARIN LIITOS PALKKIIN  
TERÄSBETONINEN VINOPILARIULOKE  
PYSTYLEIKKAUS

1:10

RAUDOITUKSET ERILLISEN  
RAUDOITESUUNNITELMAN MUKAISESTI

- 1 Aluslevy
- 2 Kuusiomutteri
- 3 Neopren-kumilevy, levyssä  
vedenpoistoura, kiinnitetään  
tehtaalla
- 4 PU-vaahdotulppaus tarvittaessa, ei  
jälkivalua pulttireikään
- 5 Syvennys tarvittaessa
- 6 Pultti

1:10

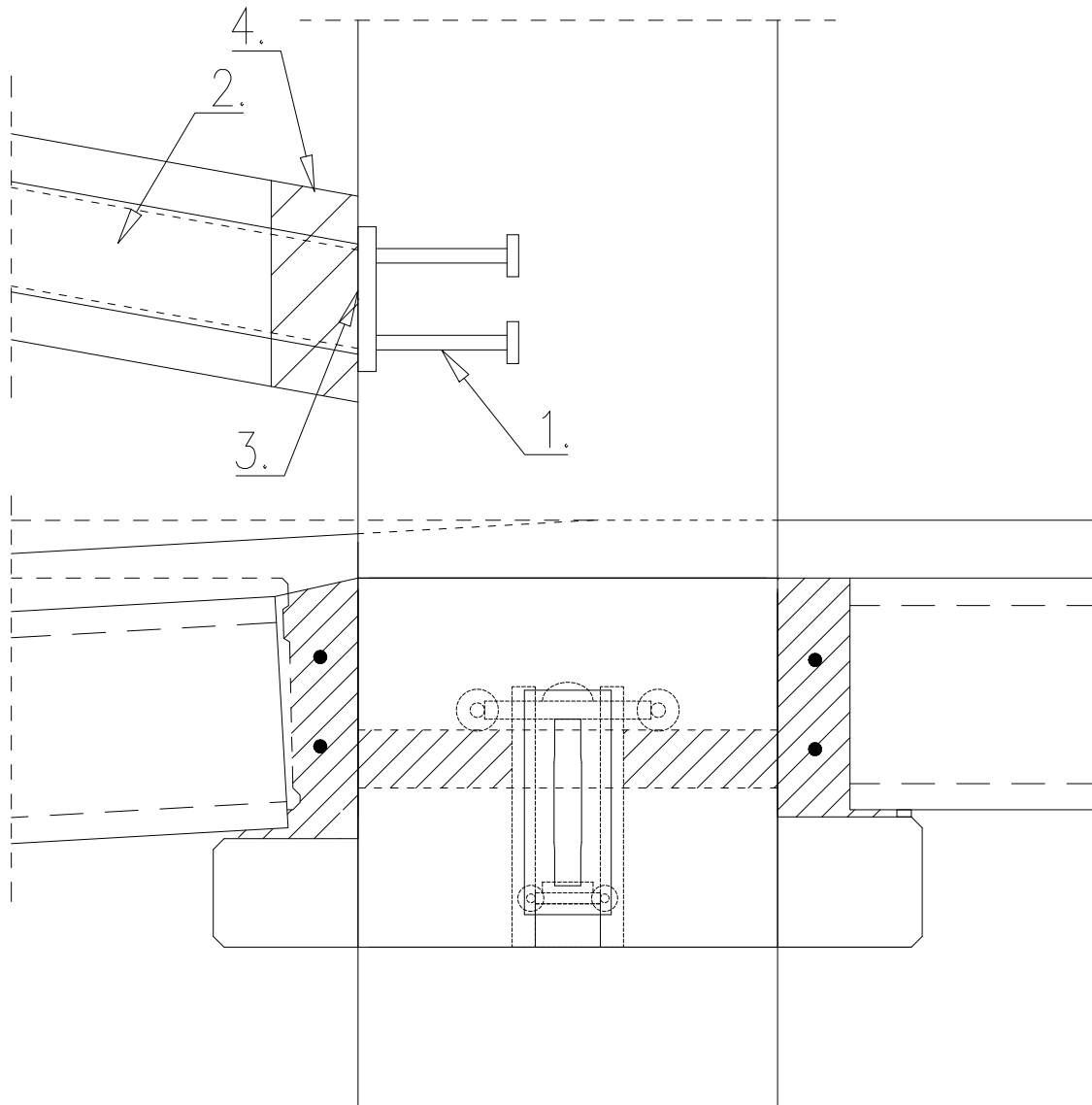
RAUDOITUKSET ERILLISEN  
RAUDOITESUUNNITELMAN MUKAISESTI

- 1 Tartuntalevy pilarissa
- 2 Vinojäykiste, teräsbetoni, päissä teräsputket valettuna osittain jäykisteen sisään hitsauskiinnitystä varten
- 3 Vinojäykiste hitsataan tartuntalevyyn erillisen suunnitelman mukaisesti
- 4 Suojabetoni

Rakennuskohde

Sisältö  
TERÄSBETONISEN VINOJÄYKISTE-ELEMENTIN KIINNITYS PILARIIN  
PYSTYLEIKKAUS

1:10

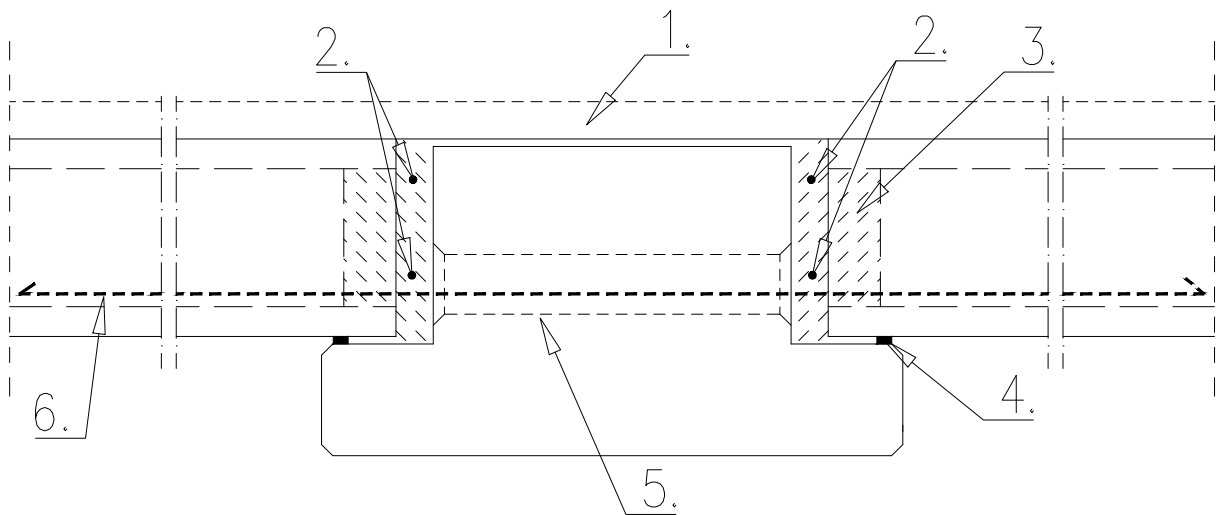
RAUDOITUKSET ERILLISEN  
RAUDOITESUUNNITELMAN MUKAISESTI

- 1 Tartuntalevy pilarissa
- 2 Vinojäykiste, teräsbetoni, päissä teräsputket valettuna osittain jäykisteen sisään hitsauskiinnitystä varten
- 3 Vinojäykiste hitsataan tartuntalevyyn erillisen suunnitelman mukaisesti
- 4 Suojabetoni

Rakennuskohde

Sisältö  
ONTELOLAATTOJEN LIITOS LEUKAPALKKIIN  
PYSTYLEIKKAUS

1:10

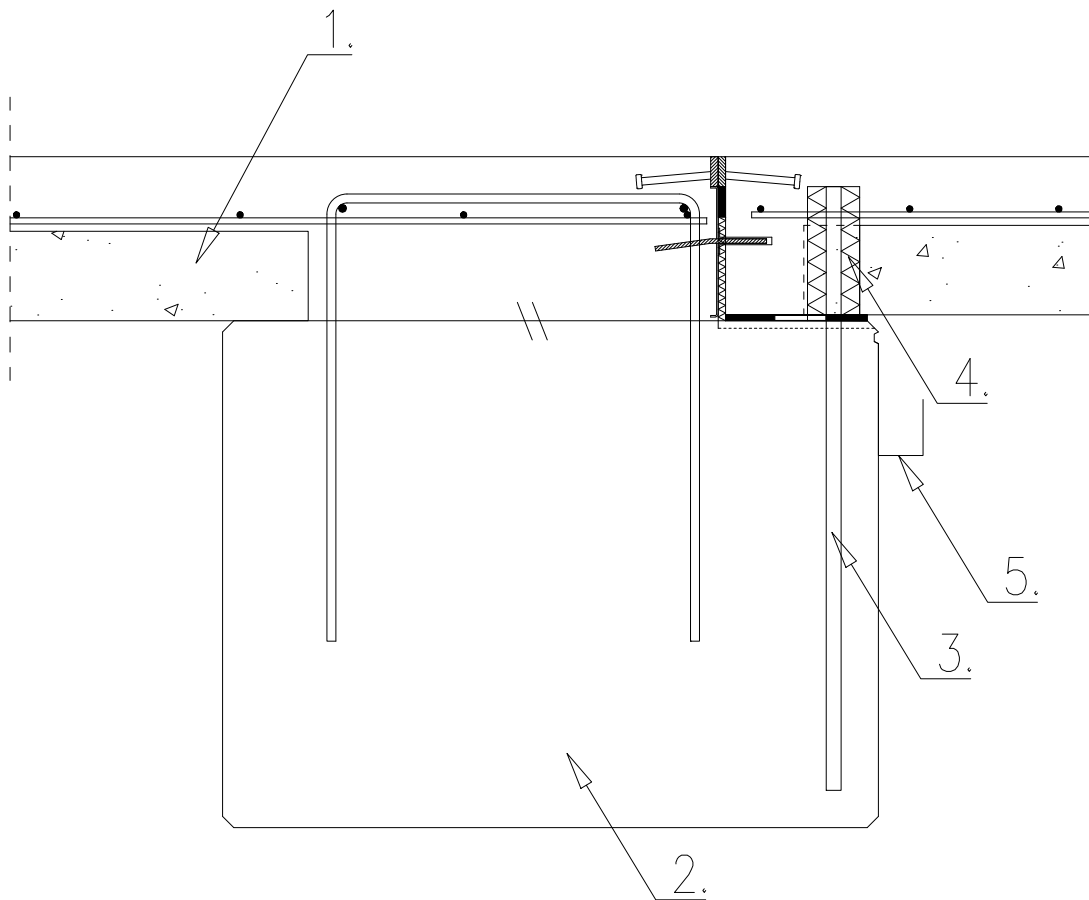
RAUDOITUKSET ERILLISEN  
RAUDOITESUUNNITELMAN MUKAISESTI

- 1 Pintabetoni
- 2 Rengasraudoitus
- 3 Juotosbetoni
- 4 Neopren-nauha, kiinnitetään  
tehtaalla palkkiin
- 5 Kierresaumaputki
- 6 Saumaraudoitus

Rakennuskohde

Sisältö  
KUORILAATAN JA PALKIN LIITOS LIIKUNTA-  
SAUMALINJALLA  
TUELTA PUTOAMISEN ESTÄMINEN  
PYSTYLEIKKAUS

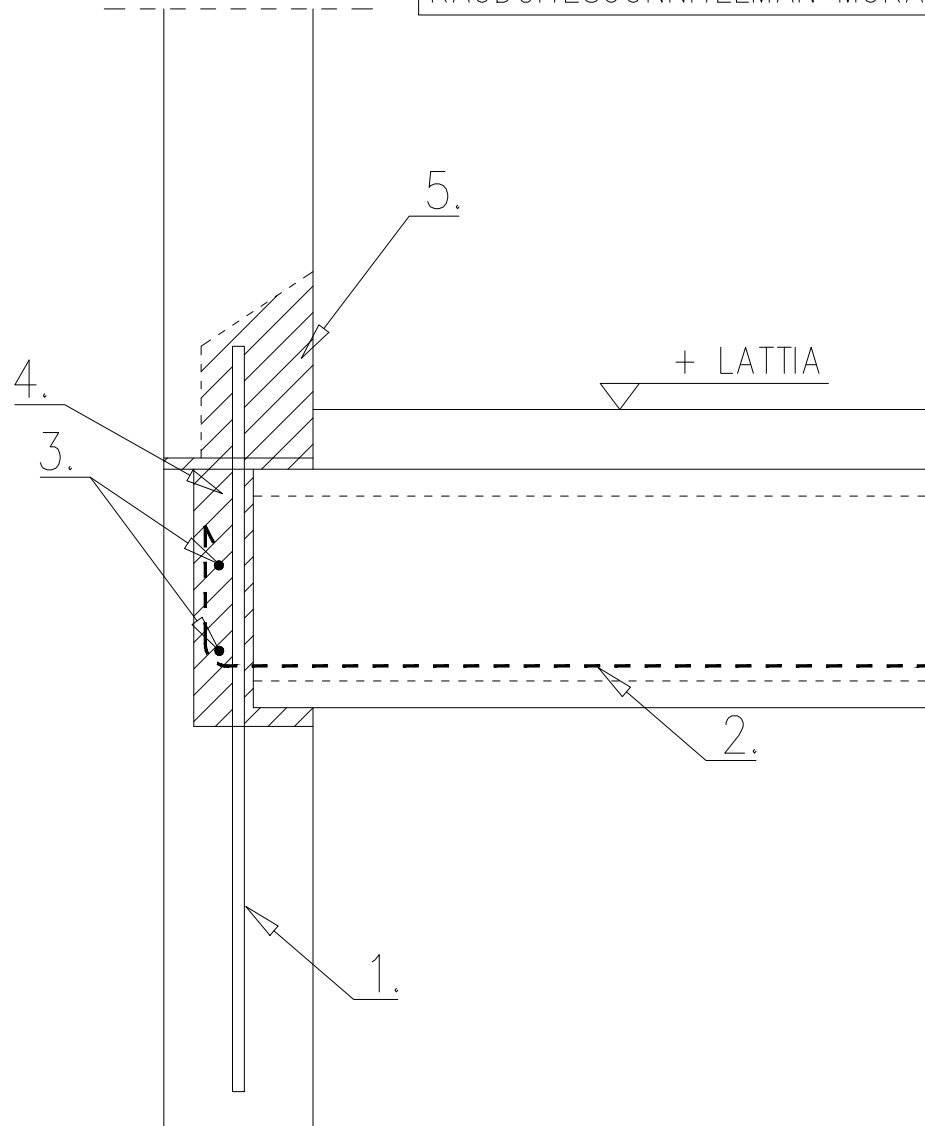
1:10

RAUDOITUKSET ERILLISEN  
RAUDOITESUUNNITELMAN MUKAISESTI

- 1 Kuorilaatta
- 2 Palkki liikuntasaumalinjalla
- 3 Tapit, koko ja tappijako erillisen suunnitelman mukaan
- 4 Tappien ympärillä liikevaran mahdollistava solumuovi
- 5 Kouru vedenpoistolle



1:10

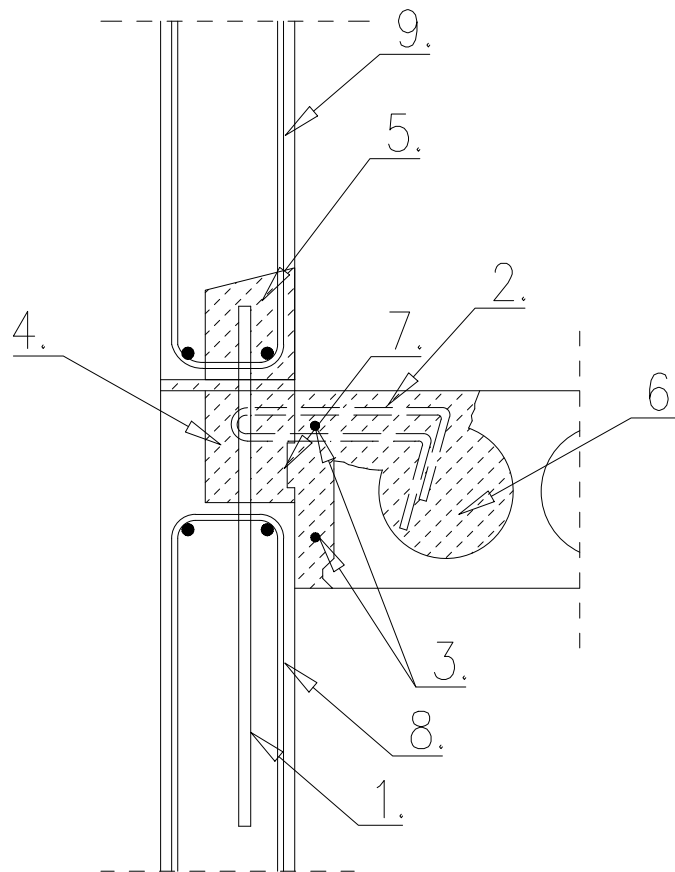
RAUDOITUKSET ERILLISEN  
RAUDOITESUUNNITELMAN MUKAISESTI

- 1 Tappi V-elementissä
- 2 Saumaraudoitus
- 3 Rengasraudoitus
- 4 Saumabetonointi
- 5 Kolo V-elementissä

Rakennuskohde

Sisältö  
ONTELOLAATAN LIITOS JÄYKISTÄVÄÄN SEINÄÄN  
PYSTYLEIKKAUS

1:10

RAUDOITUKSET ERILLISEN  
RAUDOITESUUNNITELMAN MUKAISESTI

- 1 Tappi elementissä
- 2 Lenkki pystyteräksen ympäri
- 3 Rengasraudoitus
- 4 Saumabetonointi
- 5 Kolo elementissä
- 6 Kolous ja jälkivalu
- 7 Lautaura elementissä
- 8 Lenkit tapin vieressä
- 9 Lenkit varaukOLON vieressä

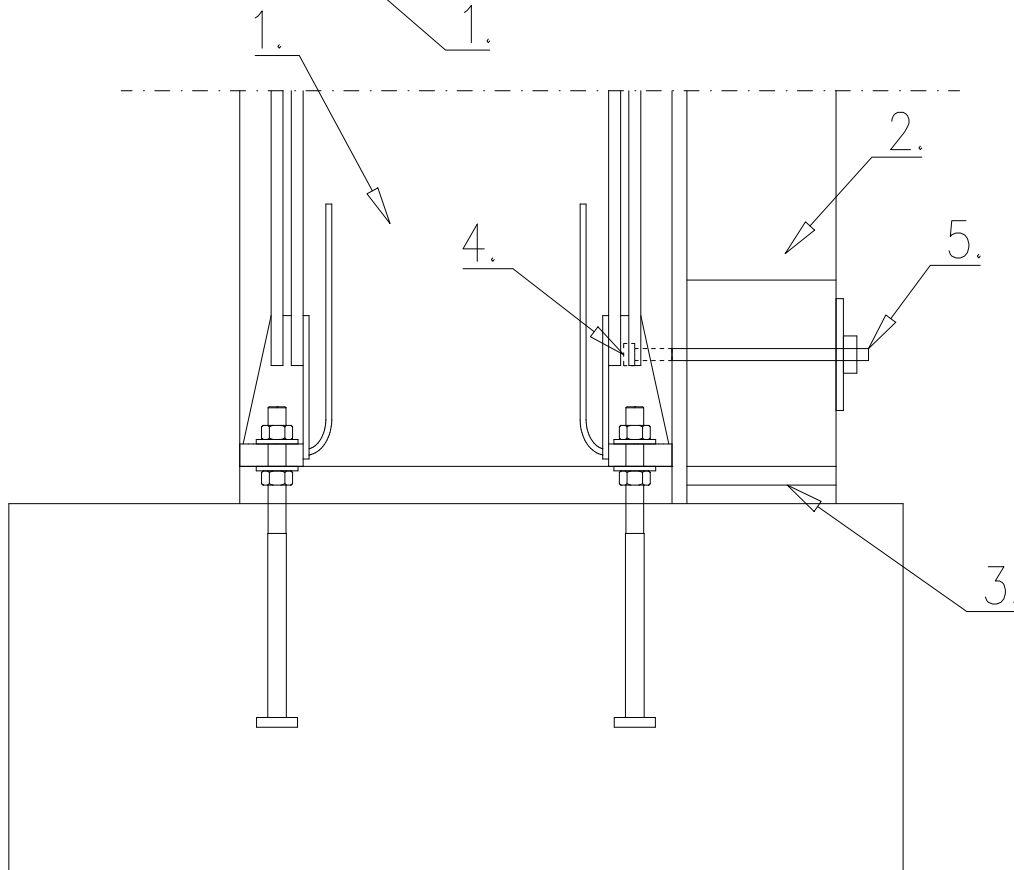
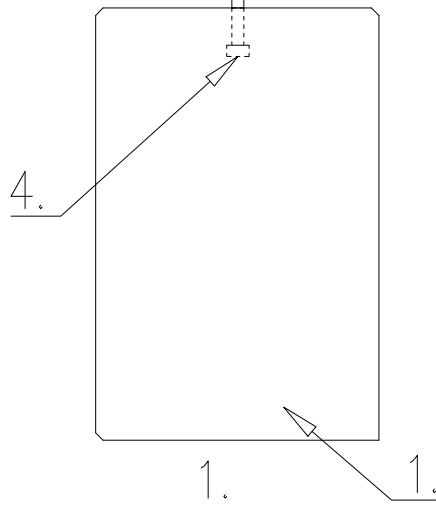
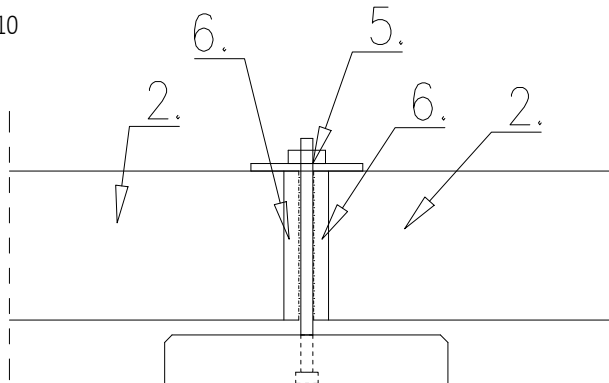


Rakennuskohde

Sisältö  
KUORIELEMENTIN ALAPÄÄN KIINNITYS PILARIIN

PYSTY- JA VAAKALEIKKAUS

1:10



## RAUDOITUKSET ERILLISEN RAUDOITESUUNNITELMAN MUKAISESTI

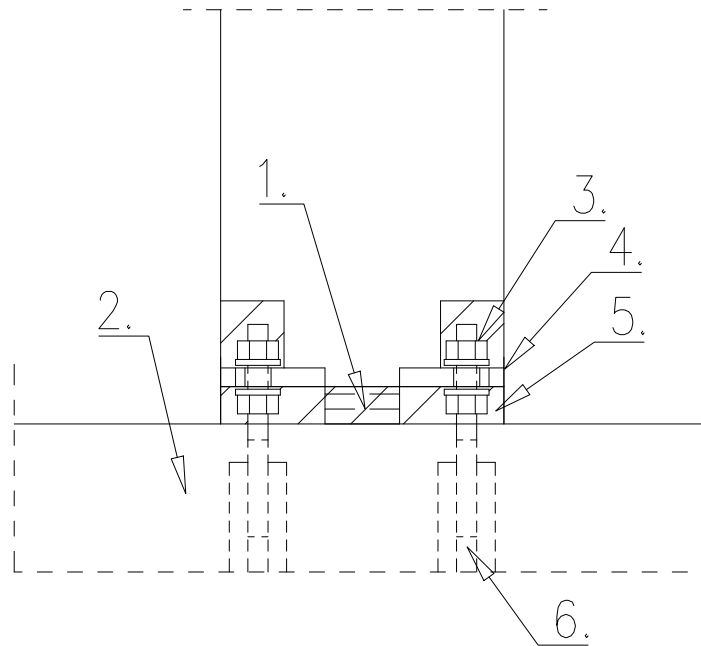
- 1 Pilari
- 2 Kuorielementti
- 3 Asennuspalat
- 4 Vemo-valuankkuri M16 pilarissa
- 5 Kierretanko M16 + levy 150x150x10 + aluslevy + kuusiomutteri
- 6 Elementin alareunassa lovet

Rakennuskohde

Sisältö  
PILARIN KIINNITYS PERUSTUKSIIN

PYSTYLEIKKAUS

1:10

RAUDOITUKSET ERILLISEN  
RAUDOITESUUNNITELMAN MUKAISESTI

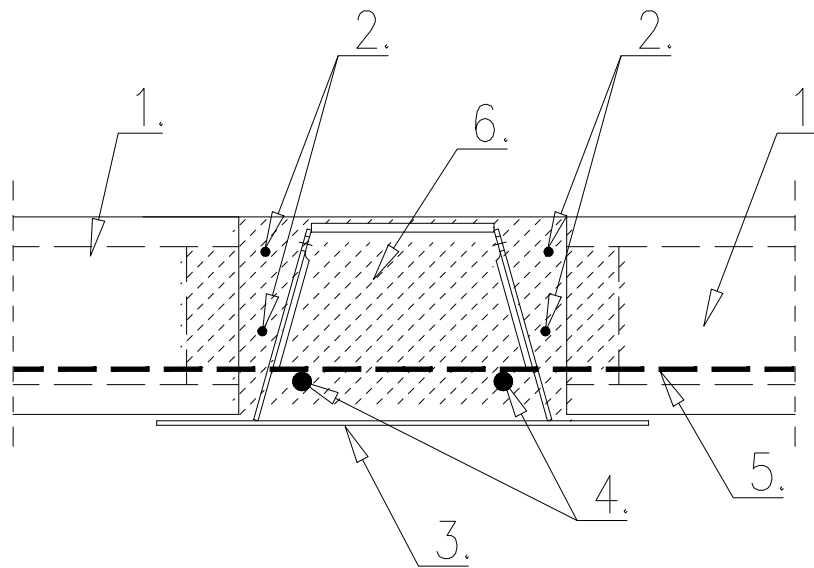
- 1 Asennuspalat
- 2 Perustus
- 3 Kuusiomutteri + aluslevy
- 4 Pilarikenkä
- 5 Juotosvalu
- 6 Kiinnityspultit



Rakennuskohde

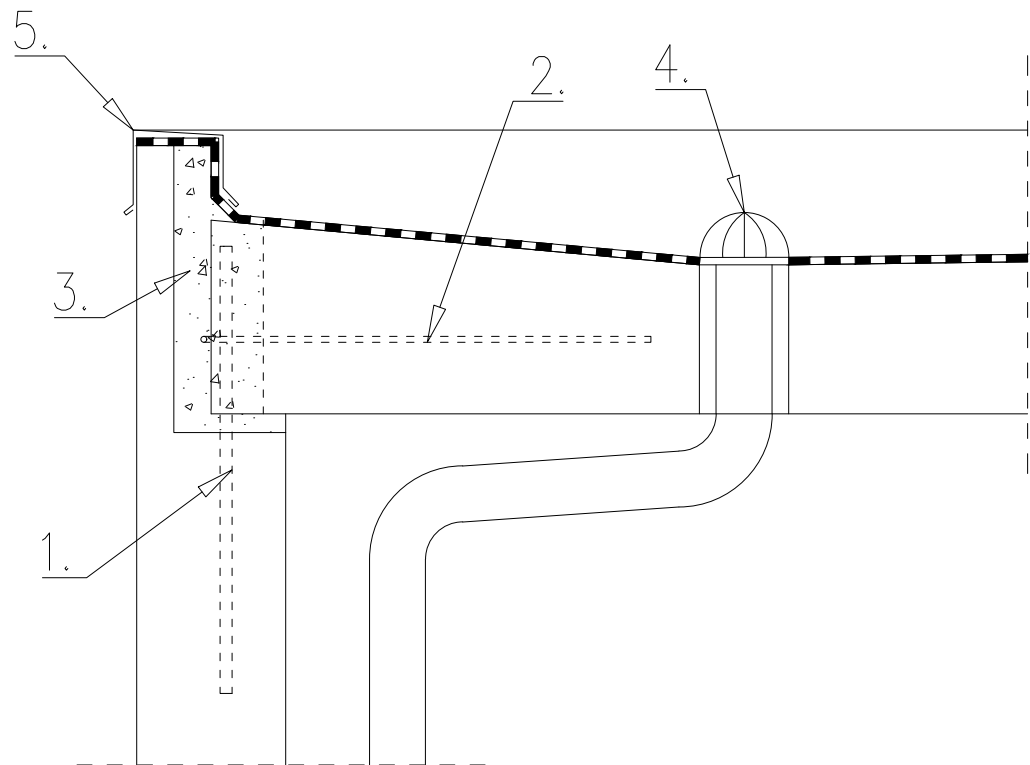
Sisältö  
ONTELOLAATAN JA DELPALKIN LIITOS  
KESKIPALKKI  
PYSTYLEIKKAUS

1:10

RAUDOITUKSET ERILLISEN  
RAUDOITESUUNNITELMAN MUKAISESTI

- 1 Ontelolaatta
- 2 Rengasraudoitus
- 3 Delpalkki
- 4 Paloteräkset
- 5 Saumaraudoitus
- 6 Saumavalu

1:10

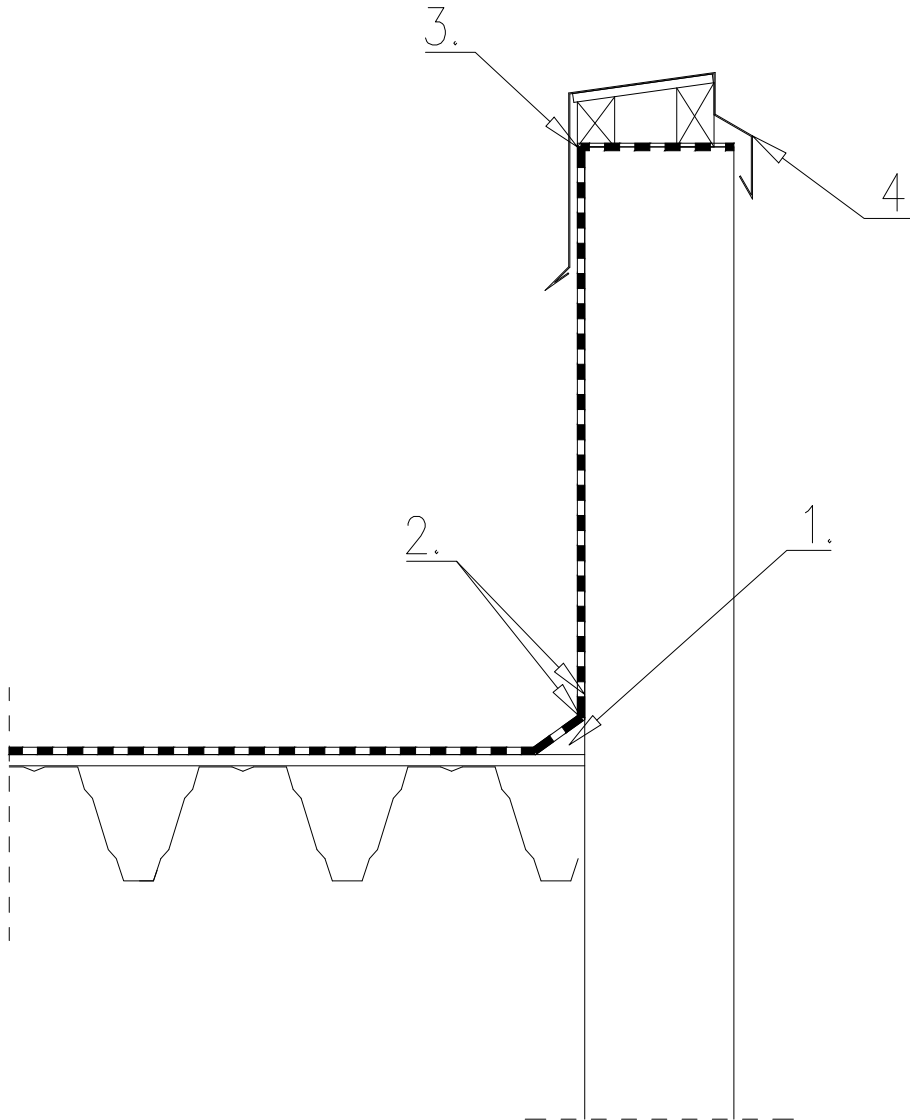
RAUDOITUKSET ERILLISEN  
RAUDOITESUUNNITELMAN MUKAISESTI

- 1 Tartuntatappi seinäelementissä
- 2 Tartuntalenkki massiivilaattaelementissä
- 3 Saumavalu, reunan muotoilu huomioitava
- 4 Kattokaivo
- 5 Räystäspellitys, vesieriste ulotetaan reunaan asti

Rakennuskohde

Sisältö  
PROFIILIPELTYLÄPOHJAN RÄYSTÄSRAKENNE  
VESIERISTEEN NOSTO  
PYSTYLEIKKAUS

1:10

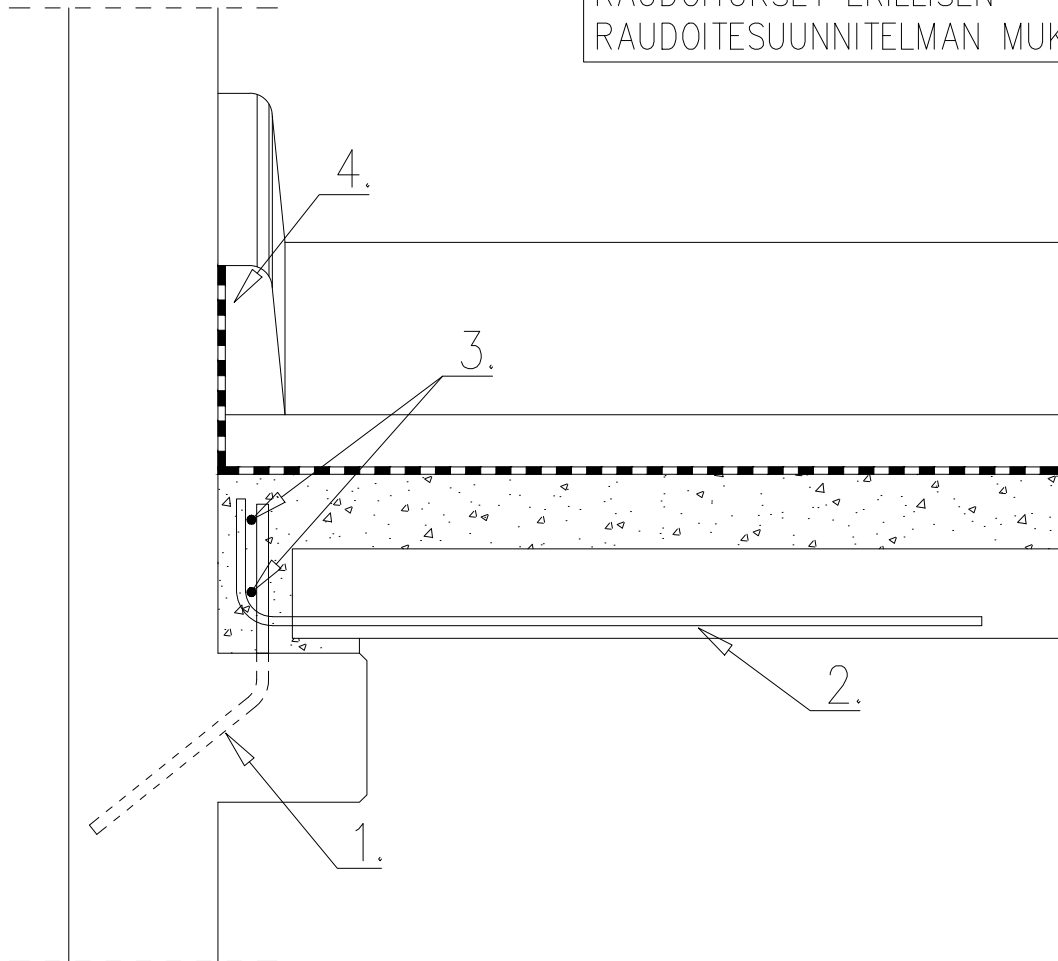
RAUDOITUKSET ERILLISEN  
RAUDOITESUUNNITELMAN MUKAISESTI

- 1 Kolmiorima kulmassa
- 2 Painumavara huomioidaan jättämällä vesieristekermi kulmassa liimaamatta 100 mm matkalta pysty- ja vaakasuunnassa
- 3 Kermit nostetaan räystäälle asti
- 4 Räystäspellitys

Rakennuskohde

Sisältö  
AJORAMPIN LIITTYMINEN RUNKOON  
LIITTORAKENTEEN KONSOLILIITOS  
PYSTYLEIKKAUS

1:10

RAUDOITUKSET ERILLISEN  
RAUDOITESUUNNITELMAN MUKAISESTI

- 1 Tartuntatapit konsolissa
- 2 Saumateräs
- 3 Rengasraudoitus
- 4 Käytettäessä vesieristekermiä rakenteessa, nosto seinälle vähintään 300 mm, kermin suojaksi betoninen jalkalista

PYSÄKÖINTIRAKENNUSTEN RAKENNETYYPPEJÄ

SISÄLTÖ:

AP1	Maanvarainen betonilaatta, pysäköintitilat, solupolystyreenieriste
AP2	Maanvarainen betonilaatta, porrashuone, solupolystyreenieriste
AP3	Asfalttipäällysteinen pysäköintitaso
VP1	Massiivilaatta välipohja, porrashuone
VP2	Liittolaattavälipohja, pysäköintitaso
VP3	Ontelolaattavälipohja, pysäköintitaso
VP4	Jälkijännitetty teräsbetonilaattavälipohja, pysäköintitaso
YP1	Ontelolaattayläpohja, kylmä rakennus
YP2	Profiilipeltiyläpohja, kylmä rakennus
YP3	Massiivilaattayläpohja, kylmä rakennus
YP4	Ontelolaattayläpohja, lämmin rakennus, solupolystyreenieriste
YP5	Massiivilaattayläpohja, lämmin rakennus, solupolystyreenieriste
PK1	Päällystetty pihakansi, käännetty rakenne, lämmin rakennus
PK2	Päällystetty pihakansi, käännetty rakenne, kylmä rakennus

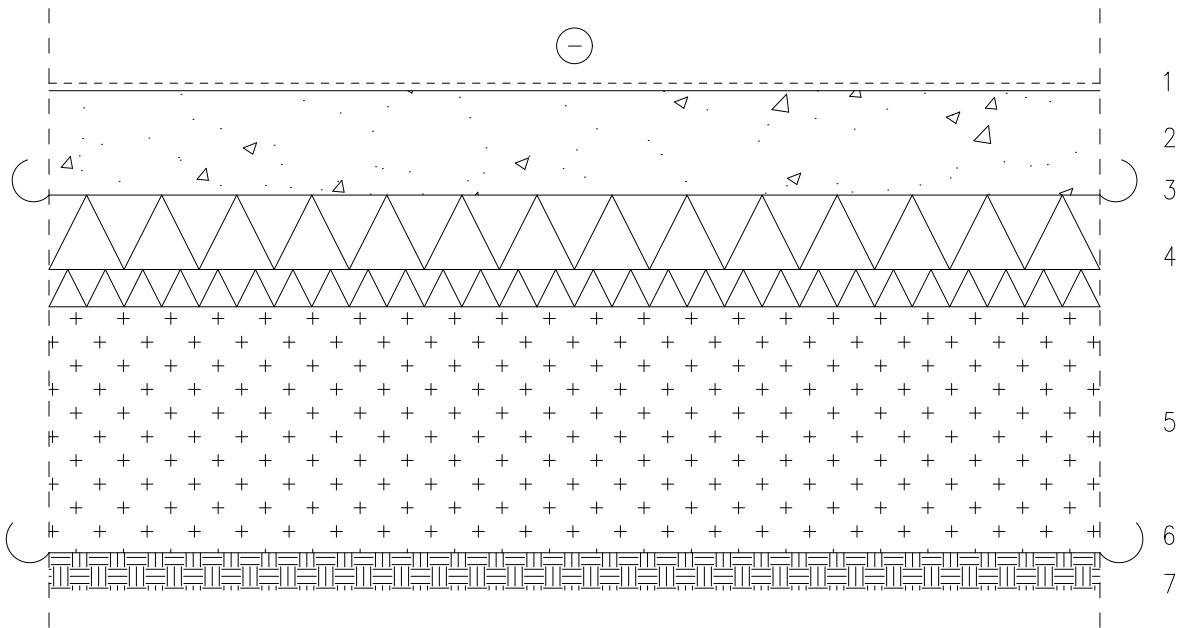

REV PVM SUUNN TARK MUUTOS

Kaup.osa/Kylä	Kortteli/Tila	Tontti/Rno	Viranomaisen merkintöjä	
Pysyvä rakennustunnus			Korkeus- ja koord. järjestelmä	
Rakennustoimenpide			Piirustuslaji	No
Rakennuskohteen nimi ja Keimolankaarre 1			RAKENNEPIIRUSTUS	
			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
<b>SITOWISE</b>		Vaihde p. 050 594 4103 www.sitowise.com	Suunn.ala	Työnumero
			RAK	Piir.no
				Muutos
Suunnittelija	Tehtävä	Tiedostosijainti		
Piirtäjä	Vast.suun/Hyväksyjä	24.lukukausi/Opinnäytetyö		
		Päiväys	Tiedosto	
		28.2.2018	Detaljit.dwg	

Rakennuskohde

Sisältö  
MAANVARAINEN BETONILATTIA, PYSÄKÖINTITILAT  
SOLUPOLYSTYREENIERISTE  
KYLmä RAKENNUS

1:10



- 1 Pintamateriaali- ja käsittely huoneselityksen mukaan
- 2 Teräsbetonilaatta, paksuus vähintään 120 mm, raudoitus raudoitus suunnitelman mukaan
- 3 Suodatinkangas
- 4 EPS-eriste, kantavuus kuormituksen mukaan, kerroksen paksuus voimassa olevien normien mukaan, saumat limitetään
- 5 Salaojitus- ja kapillaarikatkokerros, esim. salaojasepeli  $\varnothing 6-32$  mm
- 6 Suodatinkangas
- 7 Perusmaa, kallistettu salaojiin 1:100

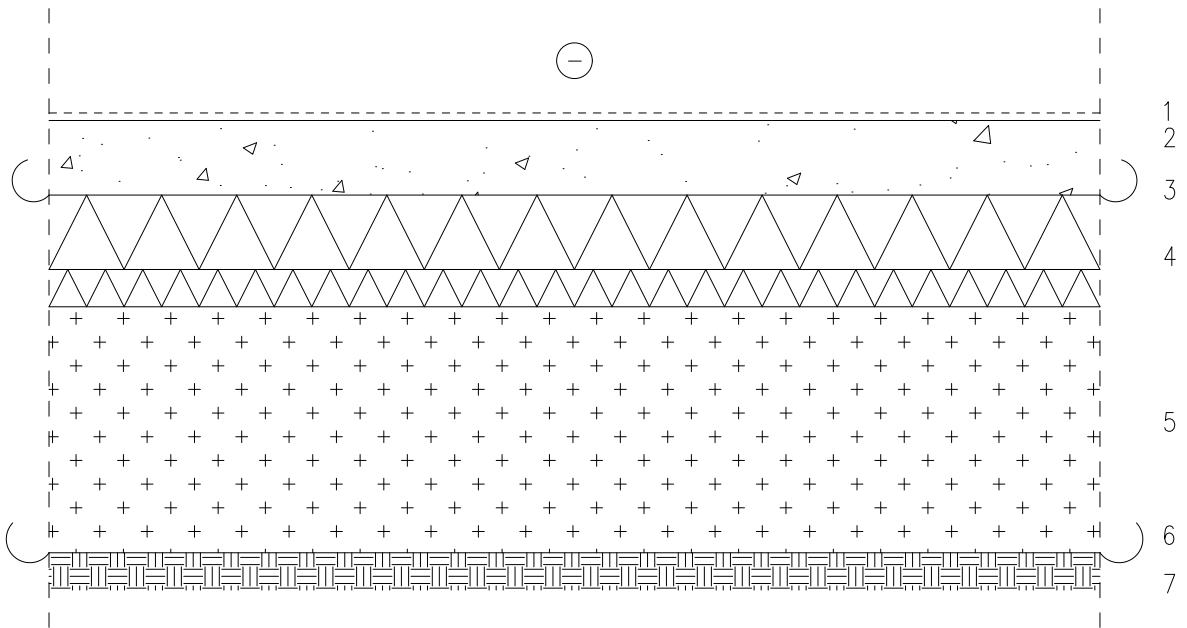
#### TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHJEET:

- Humusmaa poistettava ennen sepelikerroksen asentamista
- Salaojituskerroksen materiaalin rakeisuuskäyrä salaojitukseen sopiva, erityisesti hienoaineksen osalta
- Salaojituskerroksen paksuus vähintään 300 mm
- Kallistukset kaivoihin vähintään 1:80, kaivojen ympärillä 1,5 m säteellä 1:50
- Teräsbetonilaatan liikuntasaumot erillisen suunnitelman mukaan

Rakennuskohde

Sisältö  
MAANVARAINEN BETONILATTIA, PORRASHUONE  
SOLUPOLYSTYREENIERISTE  
KYLmä RAKENNUS

1:10

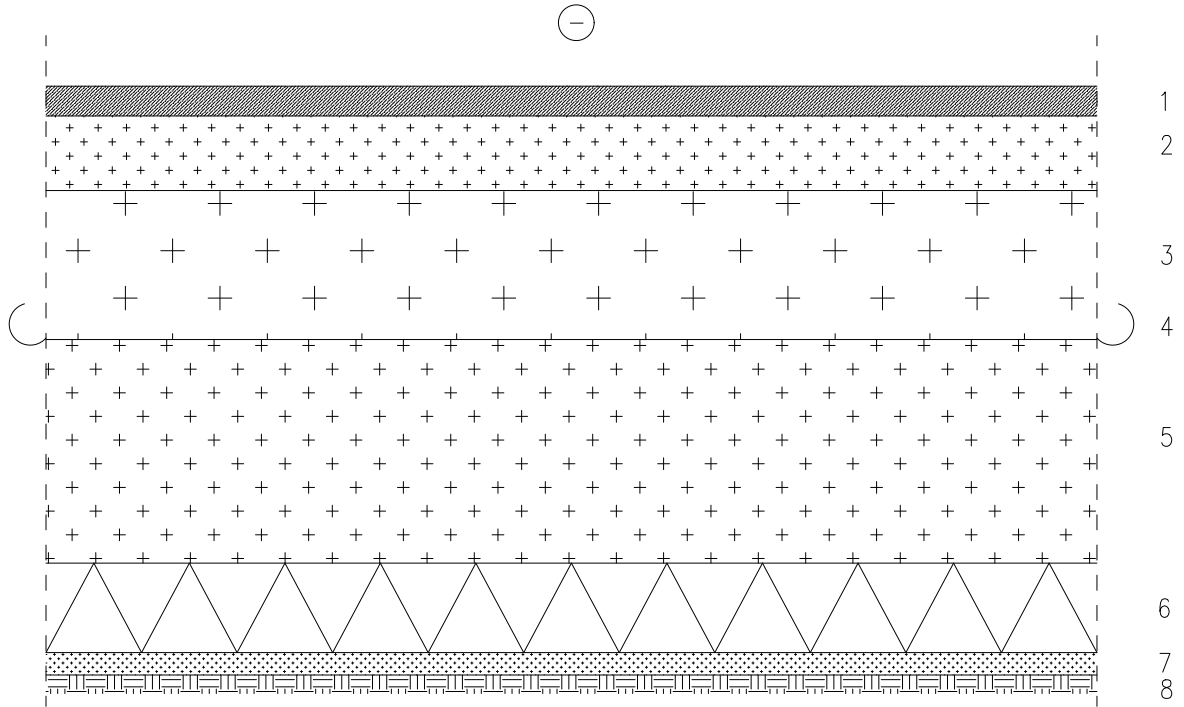


- 1 Pintamateriaali- ja käsittely huoneselityksen mukaan
- 2 Teräsbetonilaatta, paksuus vähintään 80 mm, rauditus raudoitus suunnitelman mukaan
- 3 Suodatinkangas
- 4 EPS-eriste, kantavuus kuormituksen mukaan, kerroksen paksuus voimassa olevien normien mukaan, saumat limitetään
- 5 Salaojitus- ja kapillaarikatkokerros, esim. salojasepeli  $\varnothing 6-32$  mm
- 6 Suodatinkangas
- 7 Perusmaa, kallistettu salaojiin 1:100

#### TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHJEET:

- Humusmaa poistettava ennen sepelikerroksen asentamista
- Salaojituskerroksen materiaalin rakeisuuskäyrä salaojituksen sopivaa, erityisesti hienoaineksen osalta
- Salaojituskerroksen paksuus vähintään 300 mm
- Kallistukset kaivoihin vähintään 1:80, kaivojen ympärillä 1,5 m säteellä 1:50
- Teräsbetonilaatan liikuntasaumot erillisen suunnitelman mukaan

1:10



- 1 Asfalttibetoni (Huom. kohteen palomääräykset)
- 2 Kantava kerros, soramurske  $\varnothing 0-32$  mm
- 3 Jakava kerros, sora tai soramurske,  $\varnothing 0-64$  mm
- 4 Suodatinkangas
- 5 Salaojitus- ja kapillaarikatkokerros, esim. salaojasepeli  $\varnothing 6-32$  mm
- 6 Routasuojalevyt, XPS, kantavuus kuormituksen mukaan, kerroksen paksuus voimassa olevien normien mukaan
- 7 Tasaushiekka
- 8 Perusmaa

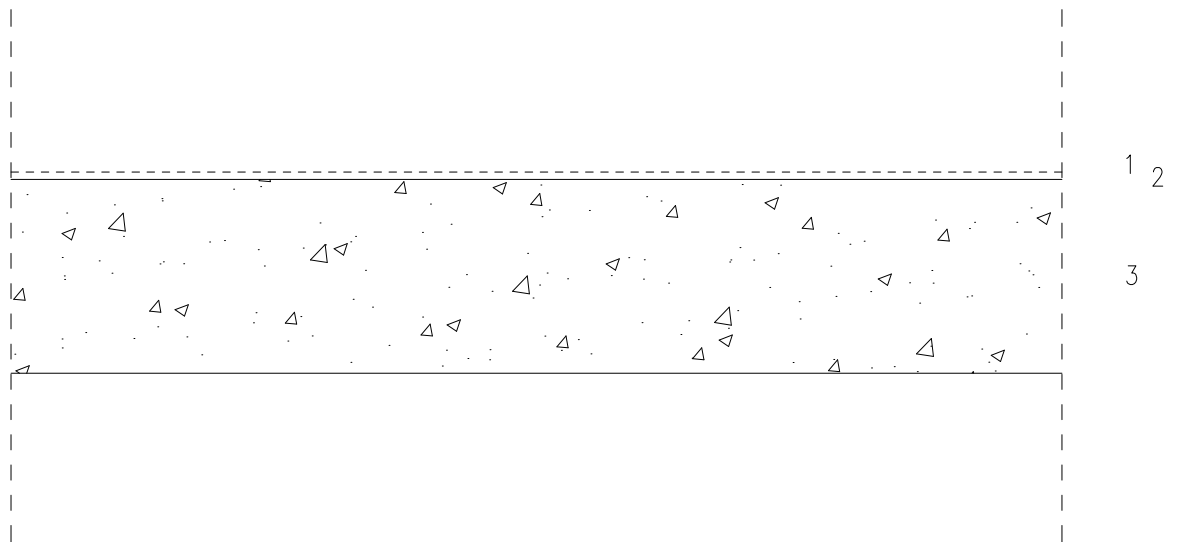
#### TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHJEET:

- Humusmaa poistettava ennen rakennekerrosten rakentamista
- Salaojituskerroksen materiaalin rakeisuuskäyrä salaojitukseen sopivaa, erityisesti hienoaineksen osalta
- Salaojituskerroksen paksuus vähintään 300 mm
- Päällysteen valinta voimassa olevien normien mukaan
- Kantavan ja jakavan kerroksen materiaalit ja rakenteet voimassa olevien normien mukaan
- Pohjamaan laatu ja sen vaikutus päällysrakenteisiin tarkistettava geosuunnittelijalta

Rakennuskohde

Sisältö  
MASSIIVILAATTAVÄLIPOHJA  
PORRASHUONE

1:10



- 1 Pintamateriaali- ja käsittely huoneselityksen mukaan
- 2 Tasoite rakennusselityksen mukaan
- 3 Teräsbetonilaatta, raudoitus raudoitesuunnitelman mukaan

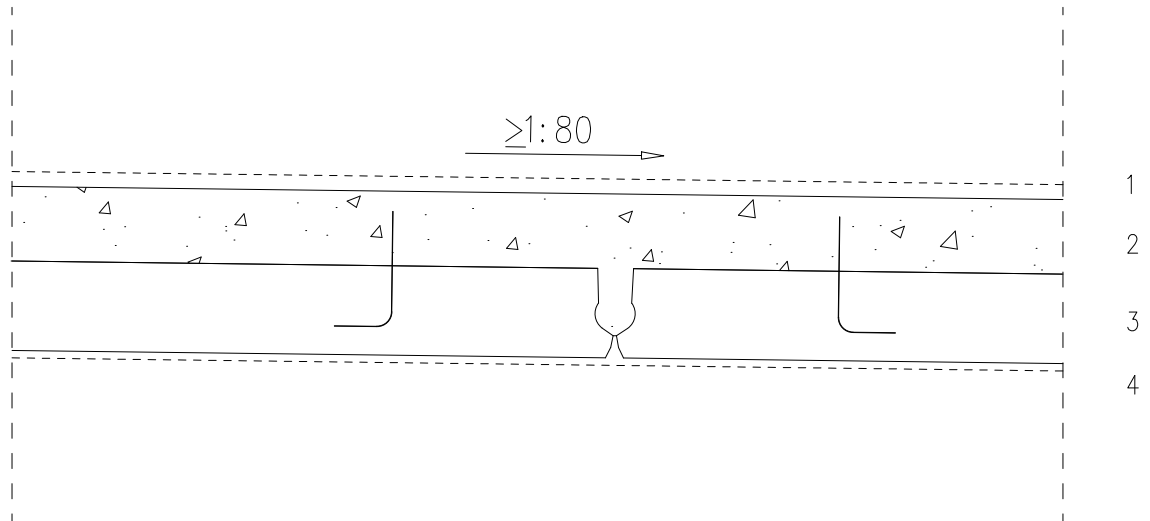
#### TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHJEET:

- Rakennekosteus mitattava ennen pintamateriaalin asennusta

Rakennuskohde

Sisältö  
LIITTOLAATTAVÄLIPOHJA  
PYSÄKÖINTITASO  
ELEMENTTIRAKENNE

1:10



- 1 Pintamateriaali- ja käsittely rakennustyöselostuksen mukaan
- 2 Paikallavalettu teräsbetonilaatta rakennepiirustusten mukaan, rauditus rauditesuunnitelmien mukaan
- 3 Esijännitetty liittolaattaelementti (kuorilaatta)
- 4 Pintakäsittely rakennustyöselostuksen mukaan

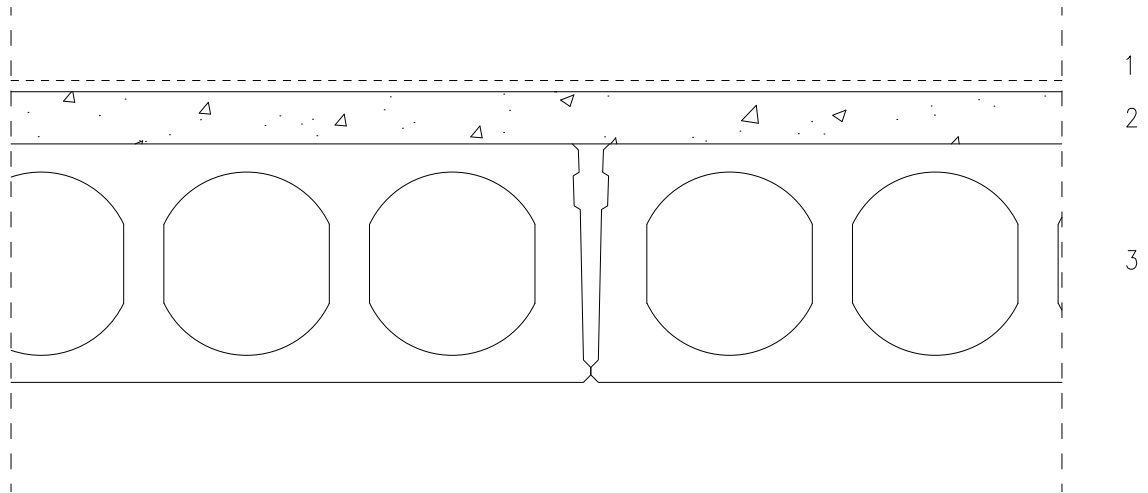
#### TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHJEET:

- Kallistukset kaivoihin vähintään 1:80, kaivojen ympärillä 1,5 m säteellä 1:50
- Pintalaatan toteutus erillisen suunnitelman mukaan

Rakennuskohde

Sisältö  
ONTELOLAATTAVÄLIPOHJA  
PYSÄKÖINTITASO  
ELEMENTTIRAKENNE

1:10



- 1 Pintamateriaali- ja käsittely rakennustyöselostuksen mukaan
- 2 Paikallavalettu pintalaatta rakennepiirustusten mukaan, rauditus rauditesuunnitelmien mukaan
- 3 Ontelolaatta

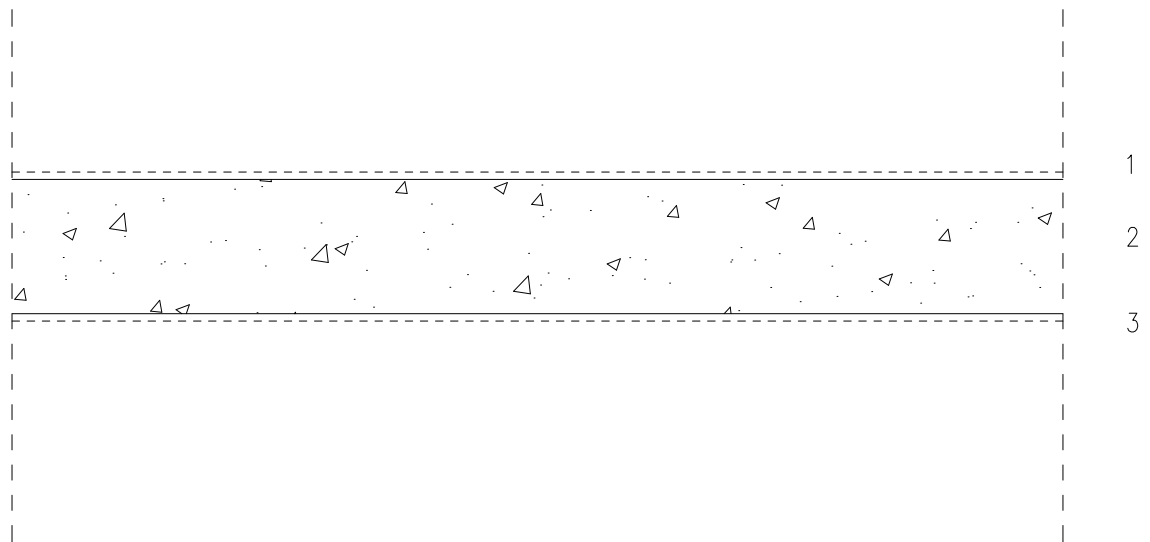
#### TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHJEET:

- Kallistukset kaivoihin vähintään 1:80, kaivojen ympärillä 1,5 m säteellä 1:50
- Pintalaatan toteutus erillisen suunnitelman mukaan
- Pintalaatta irroitettava muista rakenteista

Rakennuskohde

Sisältö  
JÄLKIJÄNNITETTY PAIKALLAVALLETTU VÄLIPOHJA  
PYSÄKÖINTITASO

1:10



- 1 Pintamateriaali- ja käsittely rakennustyöselostuksen mukaan
- 2 Jälkijännitettävä paikallavalettava teräsbetoni-laatta erillisten suunnitelmien mukaan, rauditus rauditussuunnitelman mukaan
- 3 Pintamateriaali- ja käsittely rakennustyöselostuksen mukaan

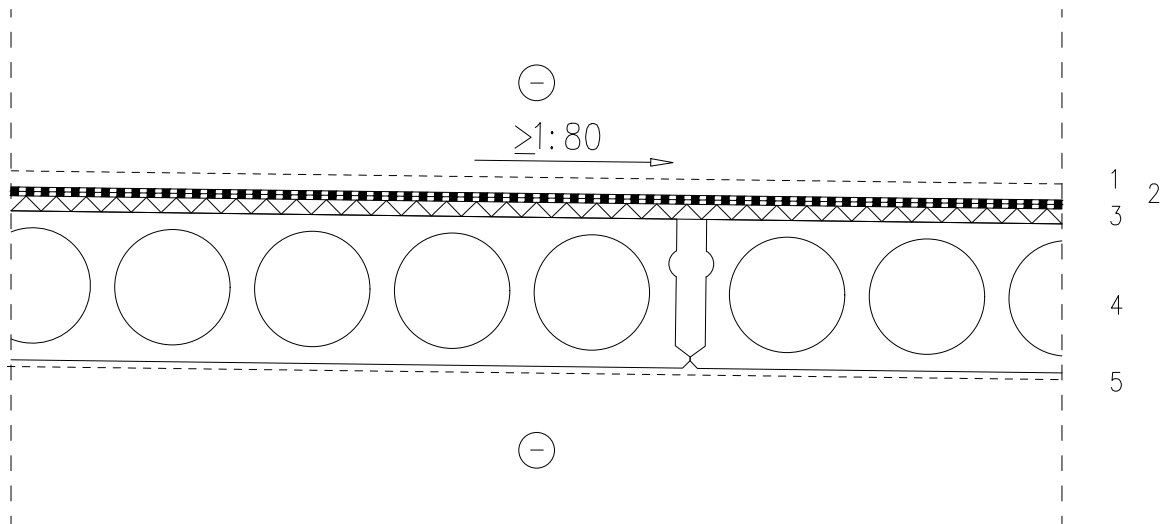
#### TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHJEET:

- Kallistukset kaivoihin vähintään 1:80, kaivojen ympärillä 1,5 m säteellä 1:50

Rakennuskohde

Sisältö  
ONTELOLAATTA YLÄPOHJA  
MINERAALIVILLALAAKERI, KUMIBITUMIKERMIERISTYS  
KYLÄ RAKENNUS, ELEMENTTIRAKENNE

1:10



- 1 Pintamateriaali- ja käsittely rakennustyöselostuksen mukaan
- 2 Vedeneriste, kumibitumikermit, alimpana paineentasausmatto pisteliimattuna alustaan
- 3 Kova mineraalivilla
- 4 Ontelolaata rakennesuunnitelmien mukaan
- 5 Pintakäsittely rakennustyöselostuksen mukaan

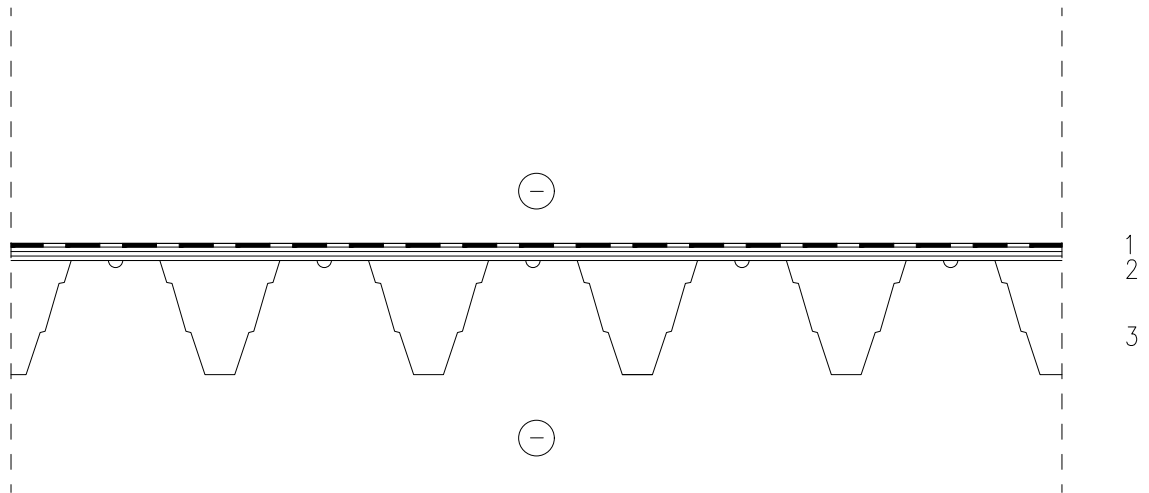
#### TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHJEET:

- Kallistukset kaivoihin vähintään 1:80, kaivojen ympärillä 1,5 m säteellä 1:50
- Mikäli pintamateriaalina kiveys, tulee se sitoa bitumilla kaivojen lähellä

Rakennuskohde

Sisältö  
PROFIILIPELTI YLÄPOHJA  
HAVUVANERI, KUMIBITUMIKERMI VEDENERISTE  
KYLmä RAKENNUS

1:10



- 1 Vedeneriste, kumibitumikermi, käyttöluokka voimassa olevien normien mukaan
- 2 Ympäripontattu havuvaneri
- 3 Sinkitty kantava profiilipelti

#### TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHJEET:

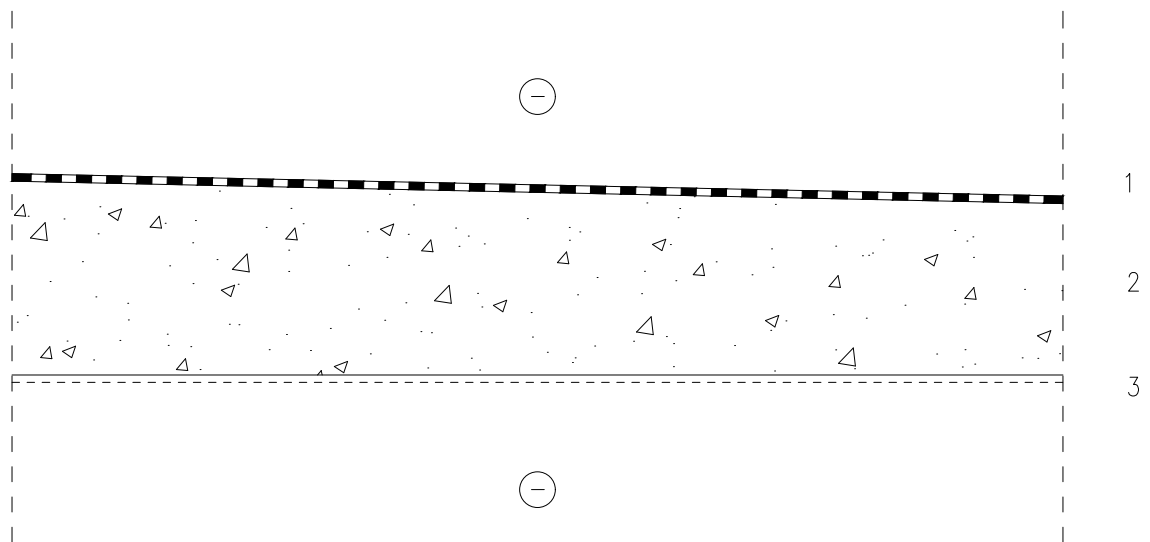
- Kallistukset kaivoihin vähintään 1:80, kaivojen ympärillä 1,5 m säteellä 1:50
- Vaneri kiinnitetään kattopeltiin porakärkiruuveilla

Rakennuskohde

Sisältö  
MASSIIVILAATTA YLÄPOHJA

KYLmä RAKENNUS

1:10



- 1 Vedeneriste, kumibitumikermi, katevalmistajan ohjeen mukaan
- 2 Teräsbetoni-laatta rakennesuunnitelmien mukaan
- 3 Pintamateriaali- ja käsittely rakennustyöselostuksen mukaan

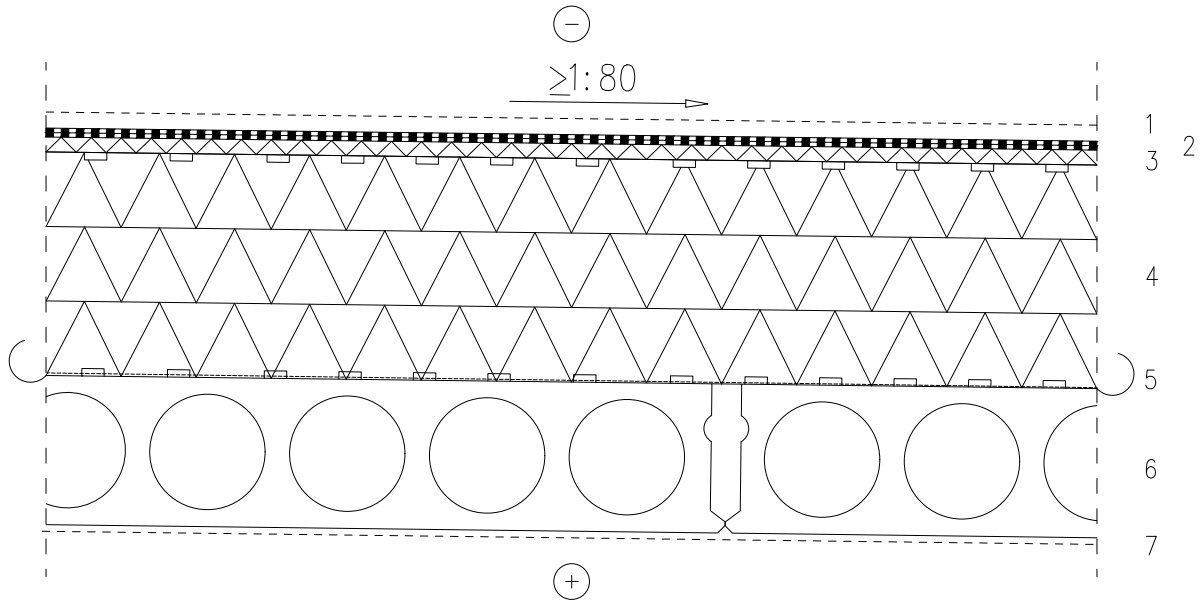
#### TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHJEET:

- Kallistukset kaivoihin vähintään 1:80, kaivojen ympärillä 1,5 m säteellä 1:50

Rakennuskohde

Sisältö  
ONTELOLAATTA YLÄPOHJA, SOLUPOLYSTYREENIERISTE  
MINERAALIVILLALAAKERI, KUMIBITUMIKERMIERISTYS  
LÄMMIN RAKENNUS, ELEMENTTIRAKENNE

1:10



- 1 Pintamateriaali- ja käsittely rakennustyöselostuksen mukaan
- 2 Vedeneriste, kumibitumikermit, katevalmistajan ohjeen mukaan
- 3 Kova mineraalivilla
- 4 Solupolystyreenieriste, kerrospaksuus sekä kantavuus valmistajan ohjeen ja voimassa olevien normien mukaan, ylin ja alin kerros uritettu, ylimmässä kerroksessa urat ylöspäin, alimassa alaspäin, uritetut levyt asennetaan siten, että urat muodostavat yhtenäisen kanaviston
- 5 Höyrynsulku
- 6 Ontelolaatta, toteutus erillisten rakennesuunnitelmien mukaan
- 7 Pintamateriaali- ja käsittely rakennustyöselostuksen mukaan

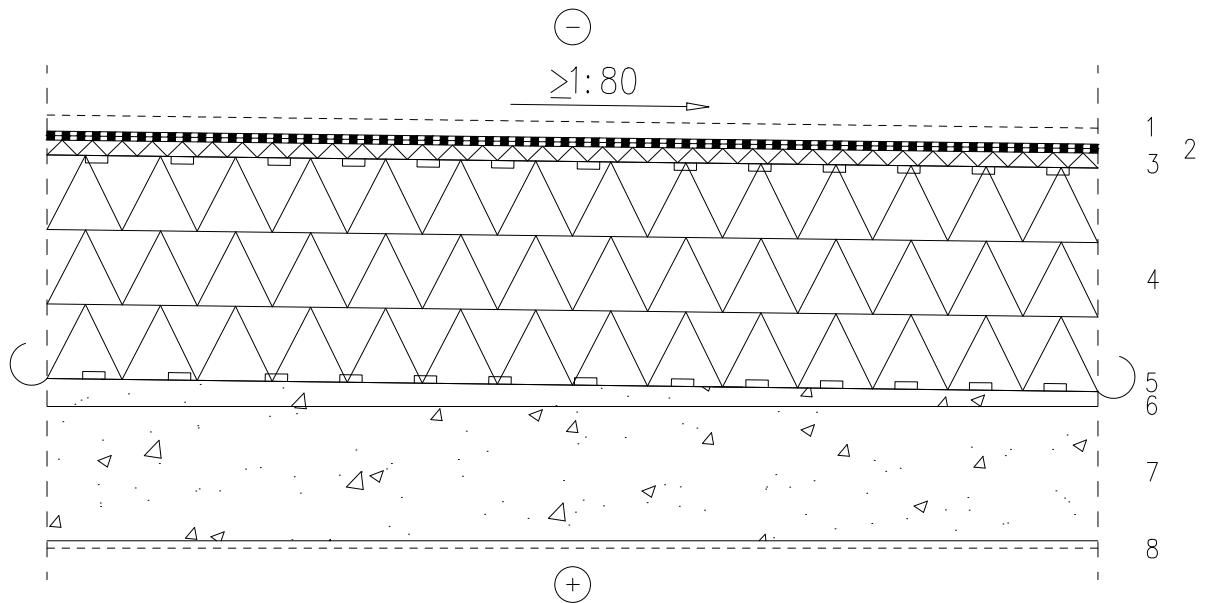
#### TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHJEET:

- Kallistukset kaivoihin vähintään 1:80, kaivojen ympärillä 1,5 m säteellä 1:50
- Mikäli pintamateriaalina kiveys, tulee se sitoa bitumilla kaivojen lähellä
- Eristeen saumat limitetään

Rakennuskohde

Sisältö  
TERÄSBETONILAATTA YLÄPOHJA, SOLUPOLYSTYREENIERISTE  
MINERAALIVILLALAAKERI, KUMIBITUMIKERMIERISTYS  
LÄMMIN RAKENNUS, ELEMENTTIRAKENNE

1:10



- 1 Pintamateriaali- ja käsittely rakennustyöselostuksen mukaan
- 2 Vedeneriste, kumibitumikermit, katevalmistajan ohjeen mukaan
- 3 Kova mineraalivilla
- 4 Solupolystyreenieriste, kerrospaksuus sekä kantavuus valmistajan ohjeen ja voimassa olevien normien mukaan, ylin ja alin kerros uritettu, ylimmässä kerroksessa urat ylöspäin, alimassa alaspäin, uritetut levyt asennetaan siten, että urat muodostavat yhtenäisen kanaviston
- 5 Höyrynsulku
- 6 Kallistusvalu, toteutus erillisten rakennesuunnitelmien mukaan
- 7 Teräsbetoni-laatta, toteutus erillisten rakennesuunnitelmien mukaan
- 8 Pintamateriaali- ja käsittely rakennustyöselostuksen mukaan

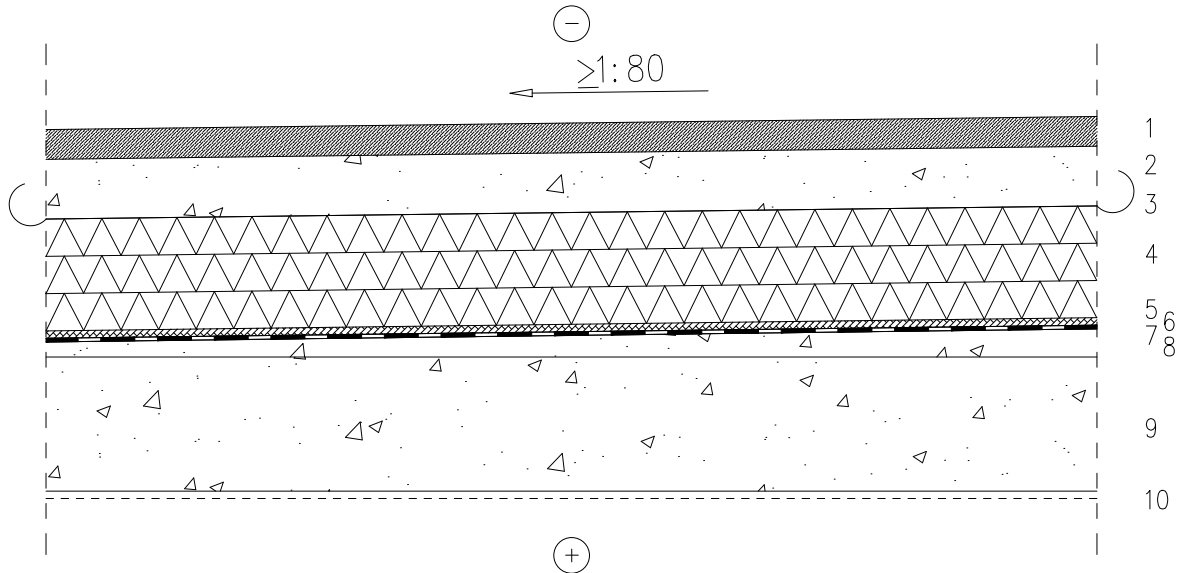
#### TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHJEET:

- Kallistukset kaivoihin vähintään 1:80, kaivojen ympärillä 1,5 m säteellä 1:50
- Mikäli pintamateriaalina kiveys, tulee se sitoa bitumilla kaivojen lähellä
- Eristeen saumat limitetään

Rakennuskohde

Sisältö  
PÄÄLLYSTETTY PIHAKANSI  
KÄÄNNETTY RAKENNE  
LÄMMIN ALAPUOLINEN TILA

1:10



- 1 Kulutuskerros, esimerkiksi asfaltti
- 2 Teräsbetonilaatta, rakennesuunnitelmien mukaan
- 3 Suodatinkangas, limitys vähintään 200 mm
- 4 XPS-eriste, rakennesuunnitelmien mukaan
- 5 Salaojalevy, esimerkiksi Cordrain tai Fonda Geoplex
- 6 Vedeneristys, kumibitumikermit
- 7 Kumibitumiliuos
- 8 Kallistusvalu, kallistus vähintään 1:80
- 9 Kantava teräsbetonilaatta, rakennesuunnitelmien mukaan
- 10 Pintakäsittely rakennustyöselostuksen mukaan

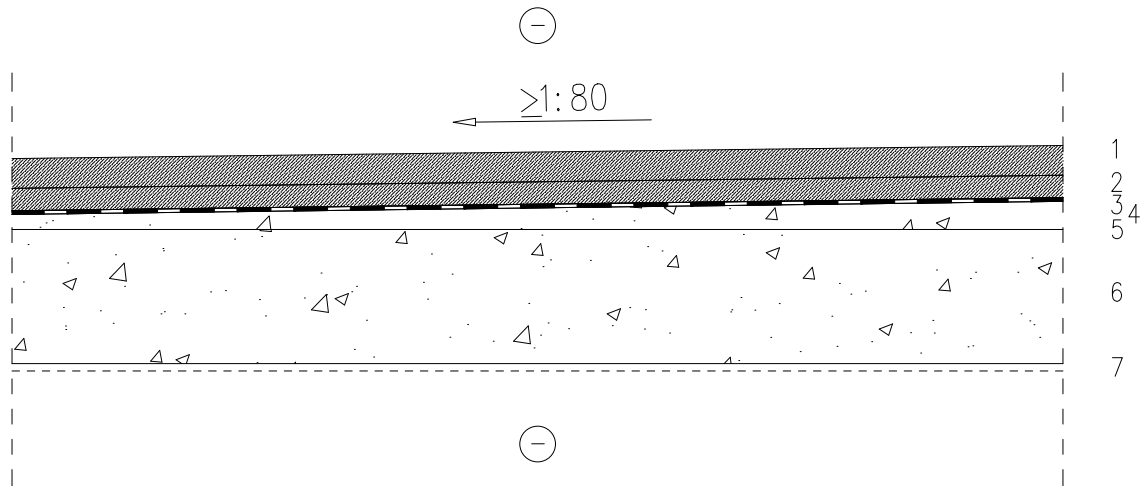
#### TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHJEET:

- Kallistukset kaivoihin vähintään 1:80, kaivojen ympärillä 1,5 m säteellä 1:50
- Vedeneristeen tekniset vaatimukset tarkistettava
- Betonirakenteiden rauditus erillisen raudoitesuunnitelman mukaan

Rakennuskohde

Sisältö  
PÄÄLLYSTETTY PIHAKANSI  
KÄÄNNETTY RAKENNE  
KYLMÄ ALAPUOLINEN TILA

1:10



- 1 Kulutuskerros, esimerkiksi asfaltti
- 2 Suoja-asfaltti
- 3 Vedeneristys, kumibitumikermit
- 4 Kumibitumiliuos
- 5 Kallistusvalu, kallistus vähintään 1:80
- 6 Kantava teräsbetonilaatta, rakennesuunnitelmien mukaan
- 7 Pintakäsittely rakennustyöselostuksen mukaan

#### TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHJEET:

- Kallistukset kaivoihin vähintään 1:80, kaivojen ympärillä 1,5 m säteellä 1:50
- Vedeneristeen tekniset vaatimukset tarkistettava
- Betonirakenteiden rauditus erillisen raudoitus suunnitelman mukaan