

# BM-PALKKI

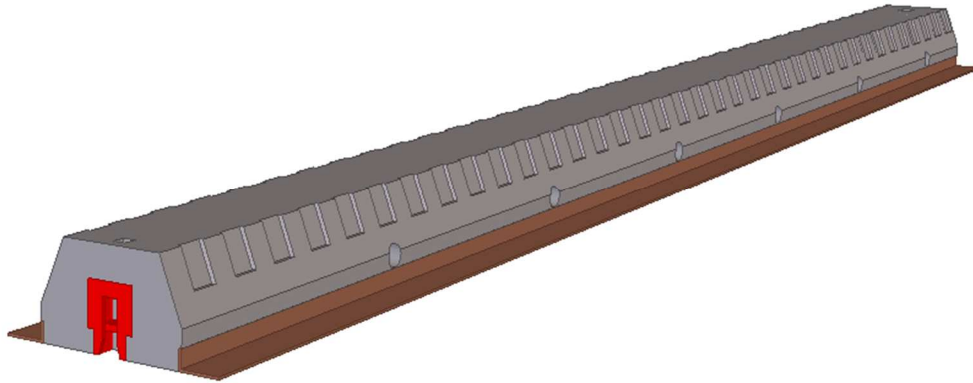
SUUNNITTELUOHJE

## Suunnitteluohjeen sisällysluettelo

Rakenteen kuvaus.....	1
Materiaalit.....	2
Palkkien valmistus .....	3
Käyttökohteet.....	3
Profilikoot.....	3
Elementin liitokset.....	4
Elementin reiät .....	5
BM-Palkin suunnittelu.....	5
Liittorakenteen toteutus.....	6
Mitoitus .....	6
BM-Palkin päälle tuetun ontelolaatan leikkauskestävyys .....	6
Laattojen asennus BM-Palkin laipan päälle.....	6
Kuormien siirtyminen valmiissa rakenteessa ja saumateräket.....	7
Palomitoitus.....	9
Mitoitustaulukot.....	10
<u>Esimerkki mittapiirustuksesta.....</u>	<u>16</u>

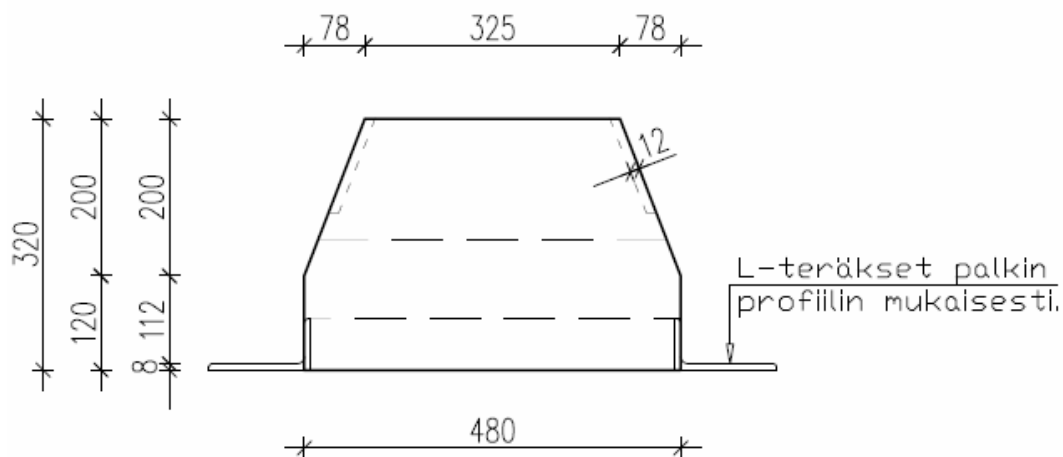
## Rakenteen kuvaus

BM-Palkki on kuvan 1 mukainen esijännitetty teräsbetonipalkki, johon on kiinnitetty harjateräsvaarnatappien välityksellä teräsprofiili. Palkin reunat ovat kuvan 2 mukaisesti kaltevat ja niissä on betonivaarna, jonka avulla varmistetaan palkin ja laatan välinen yhteistoiminta. Palkki jää laataston sisään ja ulospäin näkyy vain ohut leuka. BM-Palkki voidaan liittää betoni- tai teräsrakenteisiin kaikkia hyväksi koettuja liitostapoja käyttäen. BM-Palkki voidaan toteuttaa tarvittaessa myös 95 mm korkealla betonileualla.



**Kuva 1: BM-Palkki**

BM-Palkin kanssa voidaan laatastona käyttää ontelolaattaa, paikallavalua, kuorilaattaa tai muuta liittolevyä. Laatasto tukeutuu palkkiin asennustilanteessa teräskannakkeen välityksellä. Lopullisessa tilanteessa laatasto tukeutuu palkkiin sekä teräskannakkeen välityksellä, että palkin ja laatan välisen vaarnavaikutuksen ja palkin läpi ja yli kulkevien terästen avulla.



**Kuva 2: Esimerkki BM-Palkin poikkileikkauksesta**

BM-Palkin parhaita käyttöalueita ovat liike- ja toimistorakennusten sekä pysäköintitalojen ylä- ja välipohjarakenteet, joissa laataston rakennekorkeuden myös palkin kohdalla on oltava mahdollisimman matala ja alapinnan lähes tasainen.

BM-Palkkiin perustuvassa rakennejärjestelmässä esijännitetty teräsbetonipalkki ja palkkiin tukeutuva laatasto muodostavat yhdessä liittorakenteen. Liittovaikutuksen ansiosta taipumat jäävät pienemmiksi ja materiaalimenekki on kokonaisuudessaan vähäisempi kuin ilman liittovaikutusta. BM-Palkki pyritään aina suunnittelemaan ilman asennusaikaista tuentaa. Mikäli palkki tuetaan, tuetaan se asennusaikaista vääntöä vastaan palkin kolmannespisteistä kahdella pystytuella, joiden tukireaktio annetaan suunnitelmissa. Rakenteen kestävyys murtorajatilassa lasketaan normaalina jännitettynä teräsbetonirakenteena. Käyttöraajatilassa muodonmuutostarkastelut lasketaan käyttämällä liittorakenteen todellisia jäykkyyksiä. Esijännitysvoimalla voidaan säätää rakenteen esikorotusta.

BM-Palkki voidaan suunnitella 1-, 2- tai 3-aukkoisena. Paras mahdollinen tulos saadaan aikaan, kun pyritään kolmiaukkoiseen jatkuvaan palkkiin. Jatkuvia BM-Palkkeja käytettäessä palkin pituuden tulisi olla enintään 24 m, jotta palkki olisi helposti käsiteltävä ja kuljetettava. Rungon alustavaa suunnittelua varten on valintataulukot.

Pintavalun niin salliessa palkin yläpinnassa voi olla teräsvaarnat ja karhennus sekä tarvittaessa myös puristusteräksiä, jotka on asennettu palkkiin elementtitehtaalla.

Palotilanteessa BM-Palkki mitoitetaan tavallisena jännebetonirakenteena. Kuormat siirretään laatastolta palkille palkin ja laatan pään välisen vaarnavaikutuksen sekä palkin läpi ja yli kulkevien terästen avulla. Palotilanteessa teräskannakkeen kapasiteettia ei yleensä huomioida. Näin ollen erillistä palosuojausta ei teräsleukojen alla tarvita.

Rakenteen suunnittelu, valmistus ja käyttö perustuvat betonirakenteiden määräyksiin ja ohjeisiin SFS-EN 1992-1-1 EC2 Betonirakenteiden suunnittelu, sekä SFS-EN 13225 Betonivalmisosat, pilari- ja palkkielementit.

## **Materiaalit**

BM -Palkin teräsprofiilin materiaali on yleensä rakenneterästä, jonka ylempi myötöraja on vähintään  $R_{eH} > 355 \text{ N/mm}^2$ .

Betonin lujuusluokka on yleensä C50/60 tai C65/80.

Jänneteräs on yleensä lujuusluokkaa St 1640/1860 ja halkaisijaltaan 12,5 mm.

Betoniteräkset ovat yleensä lujuusluokkaa B500B.

BM-Palkissa käytettävät teräsosat valmistetaan konepajalla ja käsitellään tarvittaessa näkyviltä osiltaan erikseen sovittavalla maalausyhdistelmällä.

Suositusprofiilit ontelolaattatyypeittäin palkin teräsleuaksi:

BM27 ja BM32	L 130x65x8
BM40	L 150x75x9

## Palkkien valmistus

BM-Palkin esijännitys ja betonointi tehdään jännitettyjen betonipalkkien tuotantolinjalla. Reunamuotteina käytetään yleensä teräsmuotteja, joihin on kylkivaarnan tekemiseen tarvittavat profiilit hitsattu valmiiksi. Palkin läpi tulevat varausreiät tehdään käyttäen kierresaumaputkea, jotka jäävät palkin sisään.

Palkissa on normaalit jännepunokset palkin alareunassa ja yläpunokset yläreunassa. Palkin yläreunaan asennetaan harjaterästankoja, jotka toimivat esijännitysvoiman päästön jälkeen vetoteräksinä ja lopullisessa tilanteessa puristusteräksinä. Lisäksi palkkiin asennetaan tarvittaessa harjateräsraudoitusta vääntö-, leikkaus-, halkaisu-, taivutusrasitusten tai liittotoiminnan vaatimusten mukaan.

Palkin betonointi ja jälkihoito suoritetaan normaalin jännebetonipalkin mukaisesti.

Jännevoima siirretään BM-Palkille katkaisemalla jännepunokset, kun betoni on saavuttanut riittävän lujuuden.

Esijännittämisen tuottama kaarevuus riittää yleensä valmiiden palkkien esikorotukseksi.

## Käyttökohteet

BM-Palkin parhaita käyttöalueita ovat liike- ja toimistorakennusten sekä pysäköintitalojen ylä- ja välipohjarakenteet, joissa laataston rakennekorkeuden myös palkin kohdalla on oltava mahdollisimman matala ja alapinnan lähes tasainen.

BM-Palkkia käytetään yleensä betonipilareiden kanssa. Palkki voidaan kuitenkin tarvittaessa liittää betoniseinään tai teräsrakenteeseen käyttäen tavanomaisia liitosratkaisuja.

Jatkuvat palkit tehdään esijännittämällä tukialueet ja mitoittamalla tukialue osittain jännitettyinä teräsbetonirakenteena. Vastaavaan tapaan voidaan toteuttaa rakenteet, joissa BM-Palkki toimii ulokkeena. Näin ollen esimerkiksi pilarien sisäänvedot onnistuvat helposti.

Palkin päällä oleva pintalaatta toimii yleensä liittorakenteisena yhdessä palkin ja laataston kanssa.

## Profiilikoot

BM-Palkin korkeus määräytyy yleensä laataston mukaiseksi. Tyypillisimmät korkeudet ovat ontelolaattojen mukaan 265, 320 ja 400 mm.

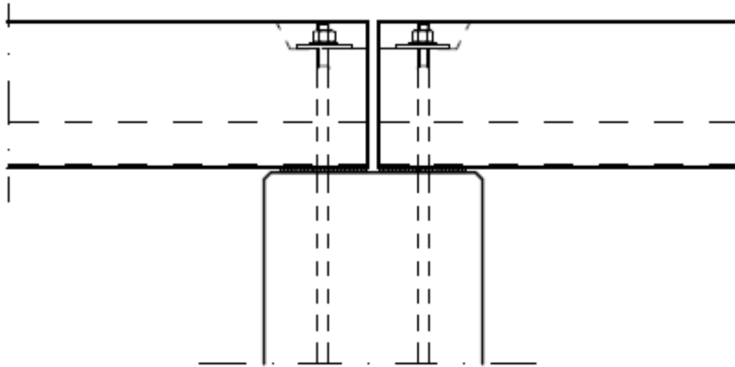
Palkkien leveys valitaan liitteessä 1 esitettyjen mitoittustaulukoiden mukaisesti. Valinnassa tulee huomioida jännepunosten sijoittelu palkissa, palkin leikkauskestävyys sekä taipuisan palkin aiheuttama leikkausrasituksen lisäys ontelolaatalle. Yleensä palkin leveys on välillä 480...880 mm + alalaipat yleensä 130+130 tai 150+150 mm.

Jatkuvia BM-Palkkeja käytettäessä palkin pituuden tulisi olla enintään 24 m, jotta palkki olisi helposti käsiteltävä ja kuljetettava.

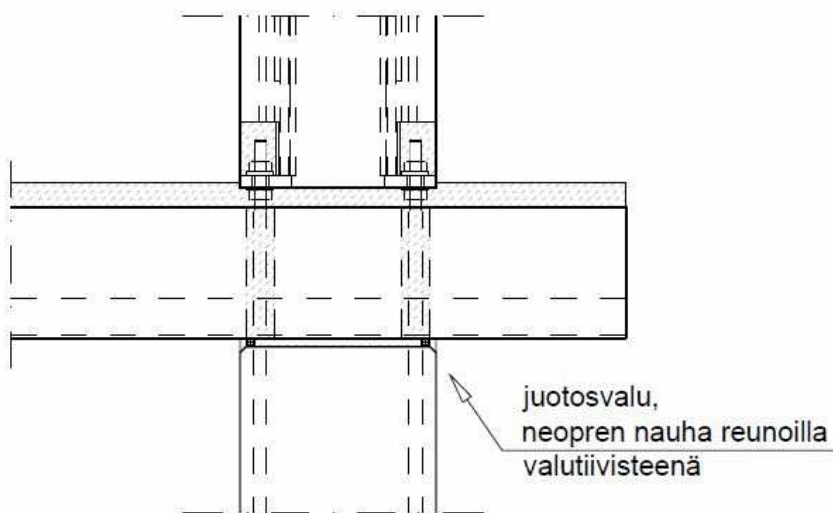
## Elementin liitokset

BM-Palkki voidaan liittää betoni- tai teräsrakenteisiin kaikkia hyväksi koettuja liitostapoja käyttäen. Kuvissa 3, 4 ja 5 esitetään tavanomaisimpia liitosratkaisuja.

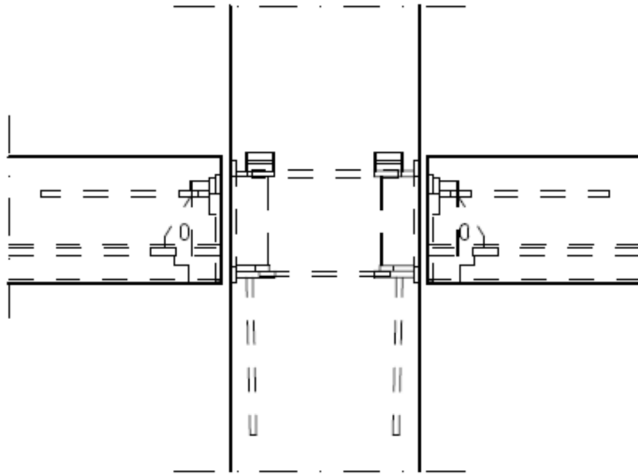
Liitokset voidaan palosuojata asennuksen jälkeen tehtävällä betonivalulla. Kuvan 3 mukaisiin tappiliitoksiin ei yleensä tehdä juotosvaluja.



**Kuva 3: BM-Palkin ja pilarin pulttiliitos**



**Kuva 4: BM-Palkin liitos käytettäessä kerrospilareita**



**Kuva 5: BM-Palkin piilokonsoliliitos**

## Elementin reiät

BM-Palkkiin voidaan tarvittaessa tehdä valmistuksen yhteydessä pieniä reikiä palkin uuman läpi. Lopullisessa mitoituksessa reikien vaikutus tutkitaan erikseen ja rakenteeseen lisätään tarvittaessa lisäraudoitteet reikien ympärille.

BM-Palkin teräsleuka voidaan tarvittaessa katkaista pystyreian kohdalla, mikäli se on esitetty mittapiirustuksessa.

## BM-Palkin suunnittelu

BM-Palkkitoimitus sisältää tarvittavat rakennelaskelmat ja asennus- ja tuentaohjeet. Rungon alustavaa suunnittelua varten on olemassa mitoituslaskelmat, jotka on esitetty liitteessä 1.

Rakenteiden pääsuunnittelijan tulee antaa lähtötietoina BM-Palkin raudoituksen suunnittelijalle palkin

- kuormitustiedot täydellisinä sisältäen myös viiva- ja pistekuormat ja niiden sijainnit poikkileikkauksessa
- kuormaluokka
- rasitusluokka
- seuraamusluokka
- käyttöikä
- päämitat
- tukipituudet ja tukien sijainti
- palonkestovaatimus
- pintalaatan paksuus
- pintalaatan betonin lujuusluokka
- pintalaatan mahdollinen raudoitus
- muut erityisvaatimukset, joka voivat vaikuttaa rungon suunnitteluun.

Rakenteen kestävyys murtorajatilassa lasketaan normaalina jännitettynä teräsbetonirakenteena, jossa poikkileikkauksen puristuspuolella on hyödynnetty laataston ja pintalaatan yhteistoimintaa.

Käyttörajatilassa muodonmuutostarkastelut lasketaan käyttämällä liittorakenteen todellisia jäykkyksiä. Esijännitysvoimalla voidaan säätää rakenteen esikorotusta.

Teräslaippoihin voidaan tehdä ripustuksia hitsaamalla, kun ripustuskuormat ilmoitetaan kuormatiedoissa. Näin tehtäessä tulee hitsaukset tehdä juotos- ja saumavalujen jälkeen.

## Liittorakenteen toteutus

BM-Palkit suunnitellaan yleensä siten, että palkki kestää asennusaikaiset kuormat ilman välituenta. Asennusaikaisena kuormituksena on palkin ja laataston paino sekä asennusaikainen hyötykuorma  $q_{ca,k} = 0,50 \text{ kN/m}^2$ . Tarvittaessa asennusaikainen **kiertyminen** estetään tukemalla palkit työmaalla asennuksen ajaksi.

Asennettaessa laatat suoraan tukemattomien palkkien päälle, kohdistuu valutilanteen kuorma kokonaisuudessaan BM-Palkille. Sauma- ja liittovalujen tekemisen jälkeen tulevat pysyvät- ja hyötykuormat kuormittavat valmista liitto-poikkileikkausta.

## Mitoitus

Elementtitoimittajan raudoitussuunnittelija suorittaa BM-Palkkien mitoituksen rakennesuunnittelijan antamien lähtötietojen pohjalta. Mitoitettavasta palkista ja valmiista liittorakenteesta tehdään tarvittaessa seuraavat tulostukset:

- rakennemalli, mitat ja tukiehdot
- laskennassa käytetyt kuormitukset
- voimasuureet ja tukireaktiot murtotilassa
- rakenteen taivutus ja leikkauskapasiteetti sekä
- siirtymät käyttörajatilassa.

## BM-Palkin päälle tuetun ontelolaatan leikkauskestävyys

Tuettaessa ontelolaattoja taipuvien palkkien päälle pyrkii palkki ja ontelolaatta toimimaan liittorakenteena, jolloin palkissa vaikuttava leikkausvoima siirtyy myös ontelolaatalle. Näin syntyvä lisärasitus on suurimmillaan siellä, missä palkin leikkausvoima on suurimmillaan eli palkin tukien lähellä. Lisärasituksen suuruus riippuu palkin jäykkyydestä, jännevälistä, kuormituksesta ja tartunnasta palkin ja ontelolaatan välillä.

Ontelolaattojen leikkauskestävyys tuella on tarkastettava standardin SFS-EN 1168 Betonivalmisosat, ontelolaatat – mukaisesti. Ontelolaattasuunnittelija tarkastaa laattojen leikkauskestävyyden yhteistyössä palkkisuunnittelijan kanssa. Rakenteiden pääsuunnittelijan on huolehdittava siitä, että palkki- ja ontelolaattasuunnittelijat saavat kaikki tarvittavat lähtötiedot.

BM-Palkille on määritetty betoninormikortin 18 mukainen  $k_{cd}$ -arvo eri ontelolaatta korkeuksille. Näin ollen BM-Palkin ja ontelolaatan yhteistoiminta voidaan mitoittaa Flexibl-ohjelmalla.

## Laattojen asennus BM-Palkin laipan päälle

Tuettaessa ontelolaattoja asennusaikana BM-Palkin varaan on yhden laipan teräsprofiilin kantavuus asennusaikaisille laskentakuormille, kun kuorman sijainti on kuvien 6 ja 7 mukaiset:

L 130x65x8	$F_u=29.5 \text{ kN/m}$	(kuormitus kuvan 6 mukaisesti)
L 150x75x9	$F_u=35.4 \text{ kN/m}$	(kuormitus kuvan 7 mukaisesti)



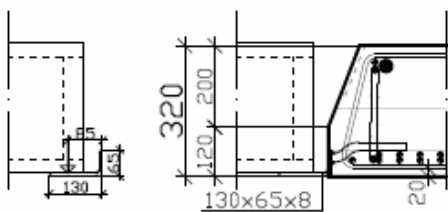
Mikäli asennusaikainen tukireaktio on suurempi kuin yo. kapasiteetti, voidaan tällöin käyttää vahvistettua teräsprofiilia. Ontelolaatat asennetaan suoraan teräsprofiilin päälle. Näin ollen liitoksessa ei tarvita neopren nauhaa.

Maksimipituudet eri ontelolaattatyypeille on esitetty taulukossa 1. Taulukon 1 arvot on laskettu siten, että saumaamattoman ontelolaatan päällä on asennusaikaista hyötykuormaa  $q_{ca,k} = 0,50 \text{ kN/m}^2$ .

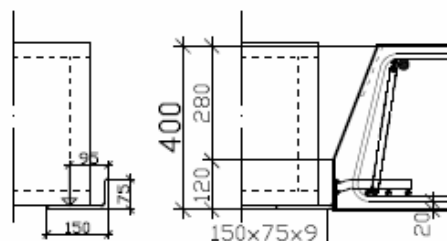
**Taulukko 1: Ontelolaattojen maksimipituudet käytettäessä BM-Palkkia ja teräsleukana tässä suunnitteluohjeessa suositeltuja profiileita kuvien 6 tai 7 mukaisesti kuormittain.**

<i>Ontelolaatta</i>	<i>OL:n paino saumattuna (kN/m<sup>2</sup>)</i>	<i>OL:n max pituus (mm)</i>
BM27	3,90	11 250
BM32	4,25	10 400
BM40	4,80	11 250

**Kuva 6.**



**Kuva 7.**



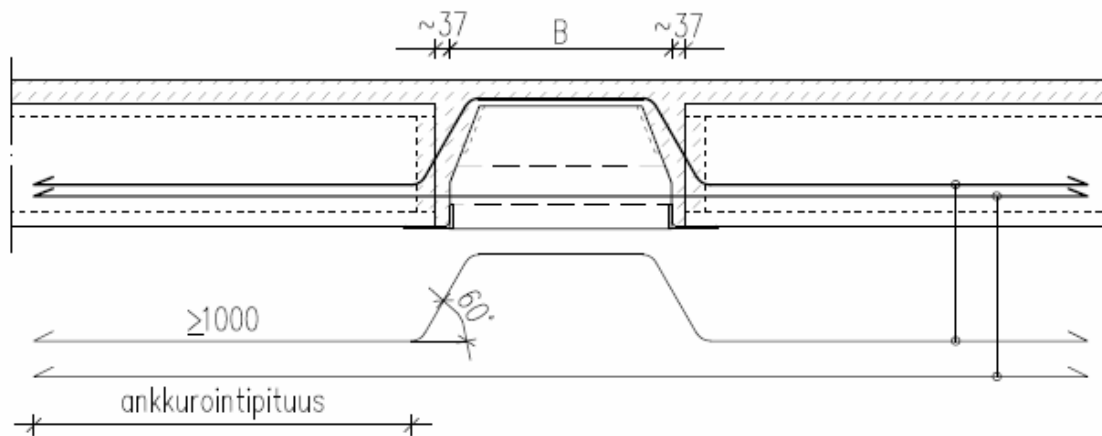
**Kuormien siirtyminen valmiissa rakenteessa ja saumateräkset**

Valmiissa rakenteessa kuorma siirtyy ontelolaatalta palkille vinojen betonivaarujen ja kuvan 8 mukaisten palkin yli ja läpi menevien betoniterästen välityksellä. Suurimmat sallitut ontelolaatan tukireaktion arvot laskentakuormilla valmiissa rakenteessa on esitetty taulukossa 2. Saumaraudoituksen lujuusluokka on B500B.

**Taulukko 2: Saumaraudoituksen pystykuorma kapasiteetit Fd keskipalkissa, kun rauditus k1200, saumavalu vähintään C25/30 ja teräs vähintään B500B. Toteutus kuvan 6 mukaisesti.**

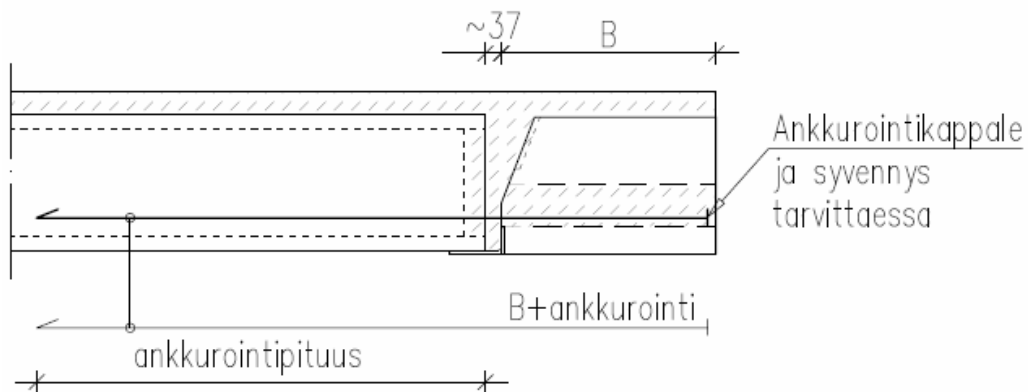
<b>Rauditus</b>	<b>Fd kN/m</b>			
	<b>BM27</b>	<b>BM32</b>	<b>BM40</b>	<b>BM50</b>
<b>k1200</b>				
<b>B500B</b>				
1+1T12	65.3	74.2	86.4	101.1
1+1T16	83.6	94.4	108.3	124.3
1+1T20	104.0	117.8	134.5	152.5
2+2T10	74.8	84.6	97.6	112.8
2+2T12	88.4	99.8	114.3	130.7

Minimi rauditus on 1+1 T12.



**Kuva 8: BM-Palkin yli ja läpi asennettavat teräkset**

Palkin saumaraudoitus voidaan myös toteuttaa ilman palkin yli meneviä teräksiä kuvan 9 mukaisesti. Tällainen tilanne on yleensä reunapalkin yhteydessä, jolloin suurimmat sallitut ontelolaatan tukireaktion arvot laskentakuormilla valmiissa rakenteessa on esitetty taulukossa 3.



**Kuva 9: Reuna BM-Palkin läpi asennettavat teräkset**

Käytettäessä reunapalkissa kuvan 9 mukaisia teräksiä käytetään taulukon 3 mukaisia kapasiteettiarvoja.

**Taulukko 3: Saumaraudoituksen pystykuorma kapasiteetit Fd reunapalkissa, kun raudoitus k1200, saumavalu vähintään C25/30 ja teräs vähintään B500B. Toteutus kuvan 9 mukaisesti.**

Raudoitus	Fd kN/m		
	BM27	BM32	BM40
<b>k1200 B500B</b>			
1T12	40.2	47.8	58.8
1T16	43.0	50.6	61.6
2T10	62.3	49.2	60.2
2T12	43.8	51.4	62.4
2T16	49.5	57.1	68.1

**Minimi raudoitus on 1 T12. Suuremmat teräsmäärät erillisten laskelmien mukaisesti.**

Taulukossa 3 esitettyihin arvoihin on lisättävä aina mahdolliset väännön aiheuttamat lisäteräksset. Lisäksi rakennesuunnittelijan on aina laskelmin tarkistettava saumaterästen ankkuroituminen sekä palkin uumaan että ontelolaatan saumaan.

Mikäli tukireaktion arvo on suurempi kuin taulukoissa 2 ja 3 esitetyt suurimmat kapasiteetin arvot, niin tällöin BM-Palkin raudoituksen suunnittelija mitoittaa saumaraudoituksen. Rakenteiden pääsuunnittelijan on huolehdittava, että saumaraudoituksen mitoitus on tehty.

Lisäksi rakenteiden pääsuunnittelijan tulee tarkistaa normaali saumaraudoituksen riittävyys onnettomuusrajatilassa SFS-EN 1992, kohdan 9.10 mukaisesti.

## **Palomitoitus**

BM-Palkin kestävyys palotilanteessa lasketaan SFS-EN 1992-1-2 mukaisesti normaalina jännebetonirakenteena. Kuormien yhdistelyt tehdään SFS-EN 1990 mukaisesti onnettomuusrajatilassa. Materiaalien varmuuskertoimet ovat tällöin SFS-EN 1992-1-1 kansallisen liitteen taulukon 2.1N (FI) mukaiset.

Palotilanteessa teräsprofiilia ei yleensä hyödynnetä. Palkkiin liittyvät laatat mitoitetaan siten, että teräslaippa ei ole niiden tukena. Tällöin laatan pää siirtää kuormaa saumavalun avulla palkin vaarnatulle seinämälle. Vaarnavaikutus varmistetaan saumaraudoituksen avulla.

## Mitoitustaulukot

Alla oleviin taulukoihin on laskettu palkin korkeudet ja leveydet, joilla palkki kestää annetut kuormat. Esimerkkilaskelmat on laskettu kahdella eri palkkipituudella 6.0 m ja 7.5 m. Hyötykuormaksi on laskelmissa oletettu 2.5 kN/m<sup>2</sup> kuormaluokka B ja 5.0 kN/m<sup>2</sup> kuormaluokka C4. Ontelolaatan pituutena on käytetty 6, 8, 10 ja 12 metriä. Rakenteen käyttöikä 50 v., seuraamusluokka CC2 ja rasitusluokka XC1. Laskelmissa on käytetty palkin korkeutena siihen tuetun ontelolaatan korkeutta. Palkin leveyden minimiarvo alla esitetyissä taulukoissa tarkoittaa matalimman palkin minimileveyttä. Korkeammat palkit voidaan tehdä kapeampana. Palkin leveys tarkoittaa betoniosan leveyttä, johon tulee vielä lisätä teräsleuan leveys joka on yleensä 100 mm molemmille puolille palkkia.

Ontelolaatan leikkauskestävyyden aleneminen taipuisalla tuella on otettu huomioon standardin SFS-EN 1168 mukaan.

### Mitoitustaulukko 1:

Palkin pituus 6.0 m  
pintalaatta 60 mm  $g=1.5$  kN/m<sup>2</sup>  
hyötykuorma  $q=2.5$  kN/m<sup>2</sup>  
pintalaatan raudoitus palkin kohdalla T8k150 B500B

<i><b>OL:n pituus</b></i>	<i><b>BM27</b></i>	<i><b>BM32</b></i>	<i><b>BM40</b></i>	<i><b>Palkin leveys</b></i>
6.0	x	x	x	480
8.0	x	x	x	580
10.0	x	x	x	680
12.0		x	x	680

### Mitoitustaulukko 2:

Palkin pituus 6.0 m  
pintalaatta 60 mm  $g=1.5$  kN/m<sup>2</sup>  
hyötykuorma  $q=5.0$  kN/m<sup>2</sup>  
pintalaatan raudoitus palkin kohdalla T8k150 B500B

<i>OL:n pituus</i>	<i>BM27</i>	<i>BM32</i>	<i>BM40</i>	<i>Palkin leveys</i>
6.0	x	x	x	480
8.0		x	x	580
10.0		x	x	680
12.0			x	680

Mitoitustaulukko 3:

Palkin pituus 7.5 m  
pintalaatta 60 mm  $g=1.5 \text{ kN/m}^2$   
hyötykuorma  $q=2.5 \text{ kN/m}^2$   
pintalaatan raudoitus palkin kohdalla T8k150 B500B

<i>OL:n pituus</i>	<i>BM27</i>	<i>BM32</i>	<i>BM40</i>	<i>Palkin leveys</i>
6.0		x	x	480
8.0		x	x	580
10.0			x	680
12.0			x	680

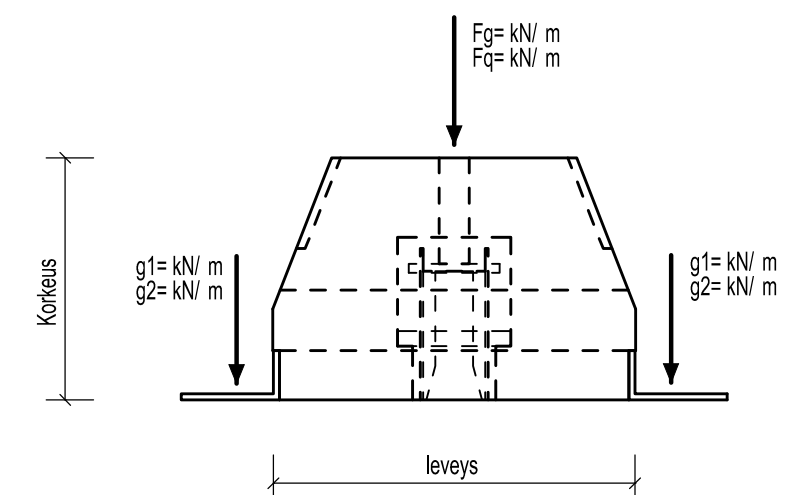
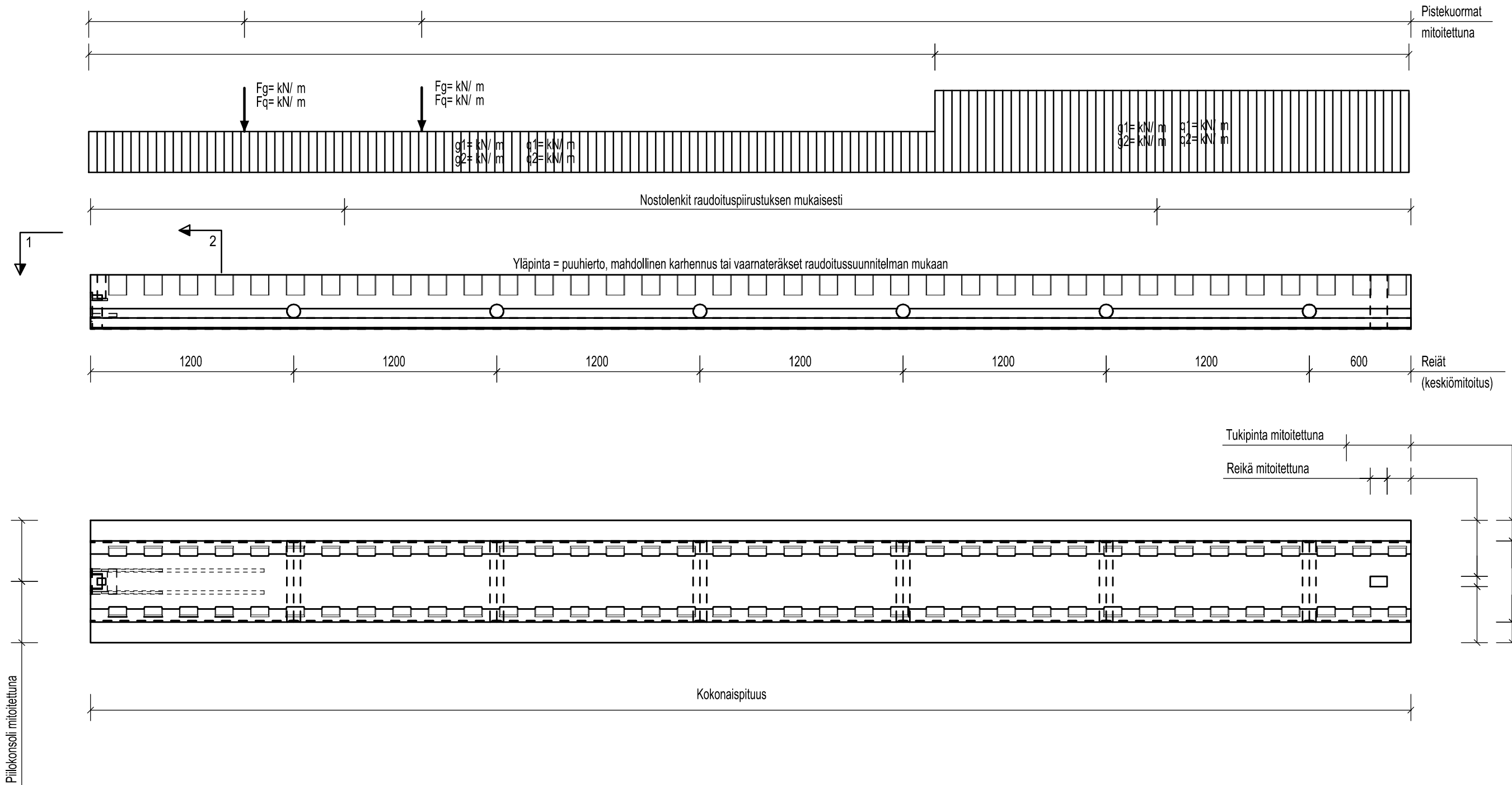
Mitoitustaulukko 4:

Palkin pituus 7.5 m  
pintalaatta 60 mm  $g=1.5 \text{ kN/m}^2$   
hyötykuorma  $q=5.0 \text{ kN/m}^2$   
pintalaatan raudoitus palkin kohdalla T8k150 B500B

<i>OL:n pituus</i>	<i>BM27</i>	<i>BM32</i>	<i>BM40</i>	<i>Palkin leveys</i>
6.0		x	x	480
8.0			x	580
10.0			x	680
12.0*			x	680

\*= pintalaatan raudoitus palkin kohdalla T8k100

Käytettäessä yllä esitettyjä jännemitan ja kuormituksen suurimpia sallittuja arvoja, tulee palkit tehdä jatkuvana rakenteena. Jatkuvissa rakenteissa tulee pyrkiä kolmiaukkoiseen



Elementin paino: kN  
 Paloluokka: R  
 Rasitusluokka: XC  
 Mittatarkkuus: N  
 Käyttöikävaatimus: 50v.  
 Seuraamusluokka: CC  
 Kuormaluokka:  
 Kuormat ominaisarvoina.  
 Elementin sijainti

Tunnus	Muutoksen sisältö	Päiväys	Tekijä
Kaupungin osa / Kylä	Kortteli	Tontti / Rn:o	Viranomaisten arkistointimerkintöjä Rakennuslupa n:o
Rakennustoimenpide	Työmaan n:o	Piirustuslaji	Virallinen juokseva n:o
Rakennuskohteen nimi ja osoite		Piirustuksen sisältö ja mittakaava	
		Suunnitteluala	Suunnittelijan työnumero --- piirustusnumero
		muutos	
suunn. tark.		päiväys	